

# Eficiencia energética en explotaciones agrícolas de secano en función de su superficie

**Alumno: Carlos Sixto Ciria Ramos**

**Tutor: Carlos Cantero Martínez (ETSEA)**

**Cotutora: M<sup>a</sup> Pilar Ciria Ciria (CIEMAT)**

**Fecha: Enero 2010**

## ÍNDICES

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICES .....	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	4
ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	10
<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. ANTECEDENTES E INTERES DEL TEMA .....	13
1.2. LA AGRICULTURA EN LA ESTRATEGIA DE AHORRO Y EFICACIA ENERGÉTICA PARA ESPAÑA .....	15
1.3. SITUACION ACTUAL DEL SECTOR AGRARIO .....	16
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>20</b>
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
3.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO .....	22
3.2. DESCRIPCION DE LAS EXPLOTACIONES .....	24
3.2.1. Características Edafológicas .....	24
3.2.2. Medios mecánicos de las explotaciones .....	26
3.2.3. Cultivo y tratamientos de cada explotación .....	27
3.3. CALENDARIO DE LABORES SEGUIDO PARA CADA CULTIVO .....	29
3.3.1. Trigo ( <i>Triticum aestivum</i> ) .....	29
3.3.2. Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> ) .....	29
3.3.3. Centeno ( <i>Secale cereale</i> ) .....	30
3.3.4. Triticale ( <i>Tritico secale</i> ) .....	31
3.3.5. Avena ( <i>Avena sativa</i> ) .....	31
3.3.6. Girasol ( <i>Helianthus annus</i> ) .....	32
3.3.7. Guisante ( <i>Pisum sativum</i> ) .....	32
3.3.8. Colza ( <i>Brassica napus</i> ) .....	33
3.3.9. Esparceta ( <i>Onobrychis Sativa</i> ) .....	33
3.3.10. Pradera natural → Pastizal .....	34
3.4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LAS CAMPAÑAS CONSIDERADAS .....	34
3.5. HERRAMIENTA INFORMÁTICA UTILIZADA .....	37
3.6. BALANCE ENERGÉTICO .....	38
3.7. OTROS DATOS DE INTERÉS .....	41
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>

4.1. BALANCE ENERGÉTICO DE LAS EXPLOTACIONES.....	43
4.1.1. Campaña 2006/2007.....	43
4.1.2. Campaña 2007/2008.....	49
4.2. COMPARACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES.....	53
4.2.1. Comparación de inputs.....	54
4.2.2. Comparación de outputs.....	57
4.3. PROPUESTAS DE MEJORA.....	58
<b>5.CONCLUSIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>6.BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>68</b>
ANEJOS .....	71
ANEJO I: MEDIOS MECÁNICOS DE LAS EXPLOTACIONES.....	73
ANEJO II: METODOS DE CULTIVO Y TRATAMIENTOS DE CADA EXPLOTACIÓN.....	82
ANEJO III: CLIMATOLOGÍA. ESTUDIO CLIMÁTICO HISTÓRICO DE SORIA.....	94
ANEJO IV: RESULTADOS ENERGÉTICOS DE LAS EXPLOTACIONES DE LAS DOS CAMPAÑAS ESTUDIADAS.....	114

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1:</b> Localización y emplazamiento de las explotaciones.....	24
<b>Tabla 2:</b> Granulometría de los materiales.....	25
<b>Tabla 3:</b> Características edafológicas de las explotaciones.....	25
<b>Tabla 4:</b> Principales características de los suelos.....	26
<b>Tabla 5:</b> Índice de mecanización de las explotaciones.....	27
<b>Tabla 6:</b> Comparación de los distintos años agrícolas estudiados.....	35
<b>Tabla 7:</b> Índices utilizados para las entradas.....	40
<b>Tabla 8:</b> Índices utilizados para salidas.....	41
<b>Tabla 9:</b> Conversión de unidades.....	41
<b>Tabla 10:</b> Resumen de los resultados de cada explotación para el año agrícola 2006/2007 (MJ/ha).....	45
<b>Tabla 11:</b> Comparación de los inputs más importantes (MJ/ha) en la campaña 2006/2007.....	47
<b>Tabla 12:</b> Output por hectárea de cada explotación (MJ/ha) en la campaña 2006/2007.....	48
<b>Tabla 13:</b> Resumen de los resultados de cada explotación para el año agrícola 2007/2008 (MJ/ha).....	50
<b>Tabla 14:</b> Comparación de los inputs más importantes (MJ/ha) en la campaña 2007/2008.....	52
<b>Tabla 15:</b> Output por hectárea de cada explotación (MJ/ha) en la campaña 2007/2008.....	52
<b>Tabla 16:</b> Comparación de la eficiencia energética de las explotaciones.....	53
<b>Tabla 17:</b> Gasto energético (MJ/ha) de los principales inputs consumidos en las distintas explotaciones. Media de las dos campañas.....	55
<b>Tabla 18:</b> Comparación de los outputs de los años agrícolas considerados.....	58
<b>Tabla I.1:</b> Relación de tractores de la explotación 1.....	73
<b>Tabla I.2:</b> Relación de aperos de la explotación 1.....	73
<b>Tabla I.3:</b> Relación de otros materiales de la explotación 1.....	73
<b>Tabla I.4:</b> Relación de edificios de la explotación 1.....	73
<b>Tabla I.5:</b> Relación de aperos de la explotación 2.....	74
<b>Tabla I.6:</b> Relación de tractores de la explotación 2.....	74

<b>Tabla I.7:</b> Relación de maquinaria para la recolección de la explotación 2.....	74
<b>Tabla I.8:</b> Relación de otros materiales de la explotación 2.....	74
<b>Tabla I.9:</b> Relación de edificios de la explotación 2.....	74
<b>Tabla I.10:</b> Relación de tractores de la explotación 3.....	75
<b>Tabla I.11:</b> Relación de aperos de la explotación 3.....	75
<b>Tabla I.12:</b> Relación de otros materiales de la explotación 3.....	75
<b>Tabla I.13:</b> Relación de edificios de la explotación 3.....	75
<b>Tabla I.14:</b> Relación de tractores de la explotación 4.....	76
<b>Tabla I.15:</b> Relación de aperos de la explotación 4.....	76
<b>Tabla I.16:</b> Relación de otros materiales de la explotación 4.....	76
<b>Tabla I.17:</b> Relación de edificios de la explotación 4.....	76
<b>Tabla I.18:</b> Relación de tractores de la explotación 5.....	77
<b>Tabla I.19:</b> Relación de aperos de la explotación 5.....	77
<b>Tabla I.20:</b> Relación de otros materiales de la explotación 5.....	77
<b>Tabla I.21:</b> Relación de maquinaria para la recolección de la explotación 5.....	77
<b>Tabla I.22:</b> Relación de edificios de la explotación 5.....	78
<b>Tabla I.23:</b> Relación de tractores de la explotación 6.....	79
<b>Tabla I.24:</b> Relación de aperos de la explotación 6.....	79
<b>Tabla I.25:</b> Relación de edificios de la explotación 6.....	79
<b>Tabla I.26:</b> Relación de otros materiales de la explotación 6.....	79
<b>Tabla I.27:</b> Relación de tractores de la explotación 7.....	80
<b>Tabla I.28:</b> Relación de aperos de la explotación 7.....	80
<b>Tabla I.29:</b> Relación de maquinaria para la recolección de la explotación 7.....	80
<b>Tabla I.30:</b> Relación de otros materiales de la explotación 7.....	80
<b>Tabla I.31:</b> Relación de edificios de la explotación 7.....	80
<b>Tabla II.1:</b> Métodos de cultivo de la explotación 1 en los años agrícolas 2006/2007 y 2007/2008.....	83
<b>Tabla II.2:</b> Métodos de cultivo de la explotación 2 en los años agrícolas 2006/2007 y 2007/2008.....	84
<b>Tabla II.3:</b> Métodos de cultivo de la explotación 3 en los años agrícolas 2006/2007 y 2007/2008.....	85
<b>Tabla II.4:</b> Métodos de cultivo de la explotación 4 en el año agrícola 2006/2007.....	86

<b>Tabla II.5:</b> Métodos de cultivo de la explotación 4 en el año agrícola 2007/2008.....	87
<b>Tabla II.6:</b> Métodos de cultivo de la explotación 5 en el año agrícola 2006/2007.....	88
<b>Tabla II.7:</b> Métodos de cultivo de la explotación 5 en el año agrícola 2007/2008.....	89
<b>Tabla II.8:</b> Métodos de cultivo de la explotación 6 en los años agrícolas 2006/2007 y 2007/2008.....	90
<b>Tabla II.9:</b> Métodos de cultivo de la explotación 7 en el año agrícola 2006/2007.....	91
<b>Tabla II.10:</b> Métodos de cultivo de la explotación 7 en el año agrícola 2007/2008.....	92
<b>Tabla III.1.1:</b> Valores de la radiación global a nivel del suelo.....	95
<b>Tabla III.1.2:</b> Número de horas de sol.....	96
<b>Tabla III.2.1:</b> Valores termométricos.....	97
<b>Tabla III.2.2:</b> Fototemperatura y nictotemperatura.....	99
<b>Tabla III.2.3:</b> Integral térmica.....	100
<b>Tabla III.2.4:</b> Régimen de heladas.....	101
<b>Tabla III.3.1:</b> Elementos hídricos.....	102
<b>Tabla III.3.2:</b> Lluvia máxima absoluta.....	103
<b>Tabla III.4.1:</b> Velocidad y dirección media máxima del viento.....	104
<b>Tabla III.4.2:</b> Días de nieve, granizo, rocío, escarcha y niebla.....	105
<b>Tabla III.4.3:</b> Días de tormenta, de cielo despejado, de cielo nuboso y de cielo cubierto.....	105
<b>Tabla III.5.1:</b> Valores de $ET_0$ y $ET_c$ .....	107
<b>Tabla III.5.2:</b> Valores de $e'$ y $e$ .....	108
<b>Tabla III.5.3:</b> Balance hídrico.....	109
<b>Tabla III.6.1:</b> Índices termopubliométricos.....	110
<b>Tabla IV.1:</b> Entradas y salidas de la explotación 1, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.....	115
<b>Tabla IV.2:</b> Entradas y salidas de la explotación 2, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.....	116
<b>Tabla IV.3:</b> Entradas y salidas de la explotación 3, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.....	117
<b>Tabla IV.4:</b> Entradas y salidas de la explotación 4, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.....	118
<b>Tabla IV.5:</b> Entradas y salidas de la explotación 5, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.....	119

<b>Tabla IV.6:</b> Entradas y salidas de la explotación 6, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.....	120
<b>Tabla IV.7:</b> Entradas y salidas de la explotación 7, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.....	121
<b>Tabla IV.8:</b> Entradas y salidas de la explotación 1, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.....	122
<b>Tabla IV.9:</b> Entradas y salidas de la explotación 2, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.....	123
<b>Tabla IV.10:</b> Entradas y salidas de la explotación 3, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.....	124
<b>Tabla IV.11:</b> Entradas y salidas de la explotación 4, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.....	125
<b>Tabla IV.12:</b> Entradas y salidas de la explotación 5, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.....	126
<b>Tabla IV.13:</b> Entradas y salidas de la explotación 6, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.....	127
<b>Tabla IV.14:</b> Entradas y salidas de la explotación 7, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.....	128



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1:</b> Localización del estudio .....	22
<b>Figura 2:</b> Localización y emplazamiento de las explotaciones .....	23
<b>Figura 3:</b> Localización de la estación metereológica .....	34
<b>Figura 4:</b> Condiciones metereológicas (temperaturas y precipitación) para las campañas agrícolas 2006/2007(a y b) y 2007/2008 (c y d).....	36
<b>Figura 5:</b> Valores medios de los inputs de las explotaciones en la campaña 06/07 (%).....	46
<b>Figura 6:</b> Valores medios de los inputs de las explotaciones en la campaña 07/08 (%).....	51
<b>Figura 7:</b> Comparación gráfica de las explotaciones.....	53
<b>Figura 8:</b> gráfico comparativo de las temperaturas .....	98
<b>Figura 9:</b> Diagrama ombrotérmico histórico.....	111

## **RESUMEN**

La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética para España 2004-2012, es un elemento esencial con el objetivo de reducir el incremento de la demanda de energía a niveles adecuados al crecimiento económico. Desde 1996, en España, se consume mas energía por unidad de PIB generado siendo, por tanto, menos eficiente energéticamente. Este aumento de consumo, se produce con fuentes de energía primaria que, como consecuencia, se tienen que importar. En el contexto actual de la energía y de los costes de producción agrícola, se debe realizar un esfuerzo para mejorar la eficiencia energética y para el ahorro de energías no renovables procedentes de los combustibles fósiles.

El objetivo general del presente trabajo es el análisis energético y comparación de siete explotaciones de secano de diferente superficie situadas en el sur-este de la provincia de Soria.

El estudio se ha realizado utilizando el método PLANETE (“Methode pour L’Analyse Energetique de l’Exploitation”) para la realización de los cálculos y su base de datos. Se contabilizan las entradas de materia y energía y las salidas (producto vendido) que puedan tener las explotaciones. El estudio se ha realizado considerando dos campañas consecutivas.

De los resultados obtenidos se puede concluir que el balance energético de todas las explotaciones en los dos años considerados es positivo resultando una ganancia energética media de 62418,5 MJ/año con una eficacia energética media de 9,1 (ratio output/input).

## **INTRODUCCIÓN**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. ANTECEDENTES E INTERES DEL TEMA.**

En el siglo XVIII los fisiócratas consideraban que la agricultura era la única actividad capaz de obtener producción neta ya que generaba un excedente de productos después de reponer los medios necesarios para su obtención y, este tipo de apreciaciones hechas desde el ángulo de los materiales y la energía, cobran hoy nueva actualidad como guía de la gestión de recursos. Por otra parte, los logros “productivos” de la actual civilización industrial se asientan sobre la destrucción de unos stocks limitados de combustibles fósiles y minerales, con los consiguientes problemas de agotamiento de reservas y degradación de los ecosistemas que mantienen la vida en el planeta (Naredo 1987).

Los intentos de contabilizar los inputs y los outputs agrícolas en términos energéticos para completar, el análisis económico convencional de la actividad agraria son recientes, apareciendo los primeros balances energéticos de la agricultura española en la década de los sesenta (Carpintero y Naredo, 2006).

La Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética para España 2004-2012, se constituye como un elemento esencial con el objetivo de reducir el incremento de la demanda de energía a niveles adecuados al crecimiento económico. Según datos de IDAE (2004), desde 1996, en España, se consume más energía que la que se genera, no siendo, por tanto, eficiente energéticamente y, además, se produce con fuentes de energía primaria que se tienen que importar. Esto, creó la necesidad de realizar una Estrategia para el periodo 2004-2012, de reducir el indicador de Intensidad Energética Global en un 7,1%, lo que se traduciría en un ahorro energético sobre el escenario de tendencia a 2012 de 42 Mtep, equivalentes al consumo anual de petróleo.

Para cumplir la Estrategia se pueden usar las energías renovables como la energía eólica, la energía solar y la biomasa que nos pueden hacer depender menos de los combustibles fósiles importados de terceros países, así como, utilizar todas las medidas posibles para el

ahorro energético en cualquier actividad.

El sector primario, que es sector objeto del estudio, puede tener un papel muy importante en este tema ya que puede proporcionar los medios adecuados para la producción de la biomasa con fines energéticos. Además, si se pudieran destinar productos agrícolas con estos fines desaparecería el problema que ha estado azotando estos últimos años a la agricultura española, comunitaria y mundial que son los excedentes de cereales que se producían con la correspondiente bajada de los precios.

En el contexto actual de la energía y de los costes de producción agrícola, se debería realizar un esfuerzo por parte de los trabajadores de este sector apoyados por la administración pública para mejorar la eficiencia energética y para el ahorro de energías no renovables procedentes de los combustibles fósiles.

En el sector agrícola, además de la energía que proviene del sol y que está disponible libremente, se consumen otro tipo de energía como es la eléctrica, carburantes y leñas. El balance energético y de emisiones de una explotación basado en la recopilación y evaluación de las entradas y salidas de materias primas, permite evaluar cuantitativamente los inputs y los outputs así como cuantificar y comparar diferentes sistemas de producción, opciones tecnológicas y políticas cuando se integra el concepto de sostenibilidad.

En este estudio se va a analizar el balance energético de varias explotaciones agrícolas, con el fin de compararlas energéticamente e identificar los puntos clave donde sería adecuado intervenir para conseguir una mayor eficiencia energética.

En los últimos años se ha realizado un gran esfuerzo metodológico para llevar a cabo estas evaluaciones. Sin embargo, se utiliza una metodología en desarrollo y constantemente se incorporan a la misma conceptos y aproximaciones nuevas a fin de hacer una herramienta cada vez más útil y adecuada.

## **1.2. LA AGRICULTURA EN LA ESTRATEGIA DE AHORRO Y EFICACIA ENERGÉTICA PARA ESPAÑA**

Actualmente, la mayor parte de la atención del sector agrario se centra en las oportunidades que el sector energético ofrece a la agricultura como productores de energías renovables de la biomasa y en menor medida en el protagonismo que el sector agrario asume en el uso eficiente de la energía (Monedero 2006).

Según los datos aportados por IDAE (2005a), los consumos de energía del sector agrario suponen del orden del 4,5% sobre el total de los consumos de energía final y es previsible un incremento del consumo de energía total debido a las técnicas de laboreo agrícola empleadas y al aumento de las superficies de regadío (de 4,08 Mtep/año en 2000 hasta 4,92 Mtep/año en 2012). La maquinaria agrícola, junto con el riego, supone cerca del 70% del consumo energético del sector. Por otra parte, existe un potencial de ahorro por la modernización de flota agrícola y por el cambio a sistemas de riego localizado así como por otras actuaciones menos significativas.

Ante estos datos se intenta considerar un conjunto de medidas de eficiencia energética en el sector con el objeto de reducir esta previsión de consumo en 2012 en 348 ktep/año, lo que supondría un objetivo potencial de ahorrar energía del 7,1%.

Para lograr los objetivos indicados es esencial insistir sobre aspectos energéticos en el sector agrícola, realizar inversiones elevadas en modernización de maquinaria agrícola, cambio de sistemas de regadío entre otros, así como, políticas de ayudas en el sector y la existencia de una legislación.

No cabe duda de la importancia de la mecanización en el avance de la agricultura en los últimos 40 años. Todo esto, conlleva la utilización de energía (combustible), que procede del petróleo prácticamente en su totalidad.

El consumo de combustibles por unidad de tiempo o de superficie depende de múltiples factores, como tipo de labor, profundidad y anchura de trabajo, clase de maquinaria, tamaño de parcela, estado del cultivo etc. sin olvidar el motor del tractor y la forma de

manejo.

Ante estos hechos, la energía que consume una explotación va a depender, en gran parte, de su maquinaria y del manejo. Monedero (2006), indica el interés de la realización de acciones formativas dirigidas a los agricultores como por ejemplo, sobre el ahorro de combustible que es uno de los principales gastos energéticos y se ve influenciado por la forma de conducción y el mantenimiento adecuado del tractor. Con esto, puede reducirse el consumo total de combustible de un 15 a un 30%. Otra idea, sería la agrupación de varios agricultores en una CUMA lo que permite reducir el consumo medio de 50 a 26 l/ha gracias a un mejor manejo y dimensionamiento de la maquinaria.

Otros objetivos que se marcan dentro de esta Estrategia es la introducción de criterios de eficiencia energética en los planes de renovación de tractores (etiquetado energético de los tractores), el uso eficiente de fertilizantes, y las técnicas de agricultura de conservación (siembra directa y mínimo laboreo).

El objetivo es que la agricultura, como uno más de los sectores consumidores de energía, incorpore en su desarrollo y gestión futuros la eficiencia energética como un criterio básico para su viabilidad. Estos criterios permitirán reducir la emisión de contaminantes y la dependencia externa de la energía y mejoraran la competitividad de las explotaciones.

El uso racional de la energía deberá formar parte de todas las decisiones que afecten al sector agrícola, para lo cual es de vital importancia que los programas públicos de apoyo lo incorporen como un elemento prioritario, partiendo de la formación de formadores y agentes y primando aquellos equipos más eficientes.

### **1.3. SITUACION ACTUAL DEL SECTOR AGRARIO.**

Según la D.G. de estadística de la Junta de Castilla y León (2007), la superficie agraria útil (SAU) es el conjunto de la superficie de tierras labradas (cultivos herbáceos, barbechos, huertos familiares y las tierras consagradas a cultivos leñosos) y tierras para pastos permanentes. La superficie de las tierras labradas en Castilla y León es de 5.152.229 hectáreas y la de Soria unas 500.000. Las comarcas con más SAU de la provincia de Soria

son el Campo de Gómara y la comarca de Burgo de Osma que entre las dos suponen el 50% de la SAU.

En Castilla y León hay 2.500.000 hectáreas de cultivos herbáceos extensivos (CHE) aproximadamente y en la provincia de Soria unas 360.000 hectáreas que supone casi un 15% del total de la superficie que se siembra en la citada comunidad. Como en el caso anterior las comarcas que más superficie tienen de estos cultivos son Campo de Gómara (123.000 ha) y Burgo de Osma (72.000 ha) muy seguida esta última por la comarca de Almazán (66.000 ha).

Dentro de cada comarca, las que más terreno destinan para la siembra de CHE es la de Almazán (92,8% de SAU), Arcos de Jalón (88,7% de SAU) y el Campo de Gómara (87,1% de SAU).

De las 360.000 hectáreas dedicadas a CHE solo se riegan unas 15.000 hectáreas, situadas en la comarca de Almazán un 40%.

Al igual que en Castilla y León las especies más sembradas en Soria son los cereales de invierno de los cuales el más sembrado es la cebada (50%). Como norma general en Soria se siembran alrededor del 10% de las diferentes especies de cereales de invierno que se siembran en Castilla y León (1.980.000 ha) exceptuando la avena que se siembra solo el 1% y el triticale que se siembra el 50% del total sembrado en toda la comunidad autónoma. Después de los cereales de invierno el cultivo que más se prodiga en la provincia de Soria es el girasol (50.500 ha) que supone el 20% del girasol sembrado en Castilla y León. Las leguminosas grano siguen la misma tendencia en la provincia de Soria que los cereales de invierno con una superficie de alrededor del 10% del total sembrado en Castilla y León, siendo el guisante seco el que ocupa el primer lugar con cerca de 92.500 hectáreas, y seguido muy de lejos por la veza con 25.000 hectáreas.

La explotación media en Castilla y León con respecto a la SAU, es de 52,5 hectáreas y en Soria de 69,5 hectáreas, muy por encima de la media española que es de 23,6 hectáreas. Dentro de la provincia de Soria hay que destacar que las comarcas de Arcos de Jalón y Almazán son las comarcas que tienen de media las explotaciones más extensas, 100,8



hectáreas/explotación y 85,01 hectáreas/explotación respectivamente.

El número de explotaciones que se dedican a la siembra de cultivos herbáceos en secano es de unas 5000 en la provincia de Soria, de las cuales, la mayoría se encuentran en la comarca del Campo de Gómara (1967).

Alrededor del 75% de la superficie dedicada a cultivos herbáceos extensivos en secano de la provincia de Soria se encuentra en explotaciones de tamaños comprendidos entre 70 y 1000 hectáreas y estas suponen sobre un 37 % del total de las explotaciones que hay en Soria, destacando un rango de 100 a 200 hectáreas en las que hay alrededor de 950 explotaciones. Analizando estos datos por comarcas, esta tendencia sigue la misma línea.

El sector primario de la provincia de Soria, reporta a la producción final agraria 29.831.000 Euros de los cuales el 54% pertenecen al subsector agrícola y el 46% al ganadero.

En términos energéticos la provincia de Soria produjo en el año 2008 (Junta de Castilla y León 2009) 2.038.620 MW (7.339.032.292 MJ) de energía eléctrica y consume 580.183 MW (2.088.660.251 MJ). De toda la energía producida el 75% proviene de fuentes de energía renovable.

## **OBJETIVOS**

## **2. OBJETIVOS**

El objetivo general del presente proyecto es el análisis y comparación de la eficiencia energética de siete explotaciones de secano situadas en la zona Sur-Este de la Provincia de Soria.

Concretamente, se realiza:

- 1.- Balance energético de cada explotación considerada y de dos campañas agrícolas consecutivas, 2006/2007 y 2007/2008.
- 2.- Análisis comparativo de las explotaciones en función de la superficie.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio se realiza sobre siete explotaciones situadas en las comarcas de Campo de Gómara (3 explotaciones), Almazán (2 explotaciones), Arcos de Jalón (1 explotación) y Soria (1 explotación), las cuales se localizan en el Sur-este de la provincia de Soria en la Comunidad Autónoma de Castilla y León (Figura 1). Se eligió la provincia de Soria por tratarse de una provincia eminentemente agrícola, muy desfavorecida por sus características climáticas y casi ausencia de posibilidades de riego, enormemente afectada por la situación actual del sector agrario, con gran despoblación del medio rural por su baja rentabilidad y por tanto, con gran necesidad de hacer su agricultura competitiva.

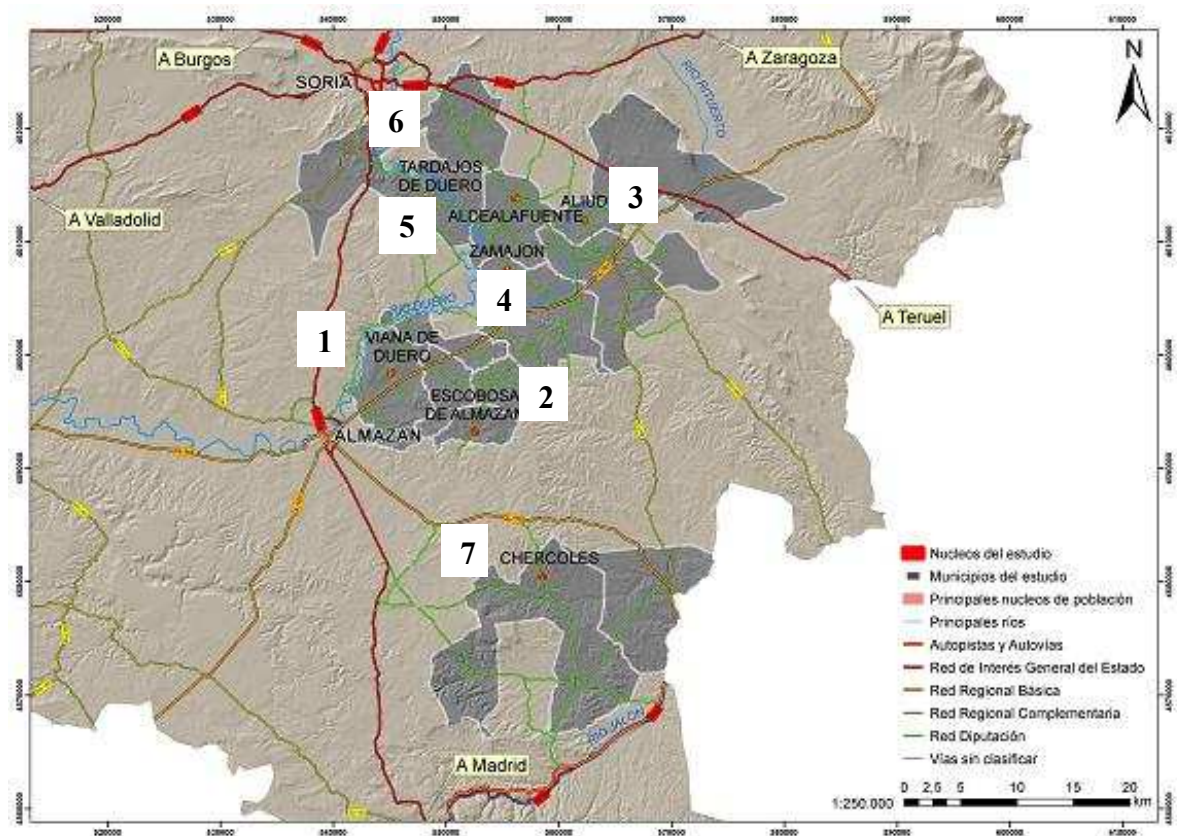


**Figura 1:** Localización del estudio

Para la elección de las explotaciones, se utilizó el criterio de la ubicación de estas en las tres comarcas de mayor potencial agrícola de secano de la provincia y además se consideró

que tuvieran distinta superficie. Por otra parte hubo que contar con la disposición de los agricultores a colaborar con lo que, todo ello, llevó a considerar siete explotaciones de diferentes tamaños analizando las dos últimas campañas (2006/2007 y 2007/2008) de las cuales se podían obtener los datos más fiables.

En la figura 2 se indica la localización con más detalle.



**Figura 2:** Localización y emplazamiento de las explotaciones.

En la tabla 1 se muestran los principales datos de emplazamiento de las explotaciones estudiadas, indicando, también, superficie, altitud, distancias a la capital y distancia media del núcleo principal a las parcelas. La numeración asignada a cada explotación ha sido en función de la superficie, siguiendo un orden ascendente de la misma (1:menor superficie, 7:mayor superficie).

**Tabla 1:** Localización y emplazamiento de las explotaciones.

<b>Explotación</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Comarca</b>	<b>Núcleo principal de su actividad</b>	<b>Altitud (m)</b>	<b>Distancia a la capital (km)</b>	<b>Distancia media a las parcelas (km)</b>
1	84,2	Almazán	Viana de Duero	998	42	1,2
2	150,5	Almazán	Escobosa de Almazán	1084	57	2,1
3	182,2	Campo de Gómara	Aliud	984	28	3,0
4	249,7	Campo de Gómara	Zamajón	976	30	3,2
5	302,3	Campo de Gómara	Aldealafuente	1008	17	4,1
6	365,0	Soria	Tardajos de Duero	1021	15	6,1
7	508,4	Arcos de Jalón	Chércoles	796	60	5,4

### 3.2. DESCRIPCION DE LAS EXPLOTACIONES

Se trata de explotaciones agrarias de secano dedicadas al cultivo de cereal mayoritariamente, pero también se cultivan leguminosas grano como guisantes, leguminosas forrajeras como la esparceta y oleaginosas como el girasol y la colza, esta última para fines energéticos.

#### 3.2.1. Características Edafológicas.

En todas las explotaciones del estudio existe gran heterogeneidad en sus características edafológicas debido a que son explotaciones bastante extensas por lo que se indican únicamente datos orientativos.

La textura del suelo, depende de la granulometría de los materiales del mismo y para clasificarlos se tiene en cuenta el criterio indicado en la tabla 2 (Porta et al, 2003):

**Tabla 2:** Granulometría de los materiales.

Grupos	Nombre	Diámetro
<b>Elemento grueso<sup>1</sup></b>	Bloques	25 a 60 cm. y +
	Cantos	6 a 25 cm.
	Grava gruesa	2 a 6 cm.
	Grava media	0,6 a 2 cm.
	Gravilla	0,2 a 0,6 cm.
<b>Tierra fina</b>	Arena USDA	50<Ø<2000 µm
	Limo USDA	2<Ø<50 µm
	Arcilla	Ø<2 µm

<sup>1</sup>(CBDSA,1983: Comisión del Banco de Datos de Suelos y Aguas)

En la tabla 3 se muestran datos generales relativos a características edafológicas de las explotaciones:

**Tabla 3:** Características edafológicas de las explotaciones.

Explotación	Pendiente media (%)	Materia orgánica (%)	Textura de suelo	% Tipo de Suelo
1	< 5%	< 2%	Arenoso franco Franco	80% 20%
2	< 5%	< 2%	Franco arcilloso Franco arcillo arenoso	60% 40%
3	< 5%	< 2%	Franco arcilloso Franco	85% 15%
4	< 5%	< 2%	Arenoso franco+grava media Franco arenoso Franco arcilloso	20% 40% 40%
5	< 5%	< 2%	Arenoso franco Franco Franco arenoso + grava media Franco-arcilloso	20% 20% 10% 50%
6	< 5%	< 2%	Arenoso franco + grava media Franco	90% 10%
7	< 5%	< 2%	Arcilloso Franco-arcilloso Arenoso franco	60% 25% 15%

Como se puede observar en esta tabla, todas las explotaciones tienen una pendiente media menor del 5%, por lo que se podría decir que tienen pocos problemas de erosión del terreno por escorrentía.



También se puede observar que la cantidad de materia orgánica en el suelo es menor del 2%, debido a que son explotaciones de secano, situadas en suelos en algunos casos pobres, en los cuales no se hacen apenas enmiendas orgánicas.

Se ha utilizado la clasificación USDA para definir la textura de estos suelos de los que las principales características se muestran en la tabla 4 y entre ellas se encuentra una que afecta muy directamente al balance energético de las explotaciones como es la dificultad que opone el terreno al laboreo.

**Tabla 4:** Principales características de los suelos.

Atributos	Suelos Arenosos	Suelos de textura		Suelos arcillosos
		Franca	Franca-limosa	
<b>Permeabilidad</b>	Alta	Media	Media	Baja
<b>Compacidad</b>	Baja	Media	Media – alta	Alta
<b>Calentamiento en primavera</b>	Rápido			Lento
<b>Capacidad de almacenamiento de nutrientes</b>	Baja	Media	Media	Alta (*)
<b>Dificultad para el laboreo</b>	Media	Baja	Moderada	Alta
<b>Plasticidad</b>	Baja	Media		Alta
<b>CRAD**</b>	Baja	Media	Medio-alta	Alta
<b>Energía de retención de agua</b>	Baja		Media	Alta
<b>Potencial de escorrentía</b>	Bajo	Baja-media	Alto	Medio-alto
<b>Erosionabilidad por el viento</b>	Alta	Media	Baja	Baja

(\*) La mineralogía de la arcilla tendrá una gran influencia: caolinita (baja), Montmorillonita (alta).

\*\*CRAD Capacidad de retención de agua disponible.

### 3.2.2. Medios mecánicos de las explotaciones.

Las explotaciones del estudio cuentan con todos los medios que puede necesitar una explotación de estas características para realizar las labores, exceptuando la cosechadora y la sembradora de girasol que no todas las explotaciones las tienen, realizan estos trabajos contratando los mismos o simplemente alquilando los equipos.

En la tabla 5 se indica el índice de mecanización y potencia media de las explotaciones estudiadas.

**Tabla 5:** Índice de mecanización de las explotaciones.

<b>Explotación</b>	<b>Índice de Mecanización (CV/ 100 ha)</b>	<b>Potencia media de los tractores (CV)</b>
<b>1</b>	99,7	84
<b>2</b>	166,7	125
<b>3</b>	173,4	158
<b>4</b>	127,3	159
<b>5</b>	158,8	160
<b>6</b>	101,4	185
<b>7</b>	106,4	180

Se observa que la explotación con la superficie más pequeña y las dos más grandes son las que menor índice de mecanización tienen.

En cuanto a la potencia media de los tractores se ve una clara tendencia que cuanto más extensa es la explotación, mayor potencia media tienen los tractores utilizados.

En el anejo I se indica los medios con los que cuentan las distintas explotaciones para realizar sus trabajos, así como, las características de los mismos para las dos campañas consideradas. (tablas I.1-I.31)

### **3.2.3. Cultivo y tratamientos de cada explotación.**

En todas las explotaciones del estudio se realiza laboreo tradicional con arado de vertedera o con chisel, exceptuando la explotación 7 que en la campaña 2006/2007 realizó en el 50% de su superficie siembra directa, aumentando esta superficie hasta el 80% en la campaña posterior.

El abonado de sementera de las explotaciones suele ser con abonos complejos inorgánicos de diferentes graduaciones, aunque el más utilizado por los agricultores del estudio es el complejo (NPK) 8-24-8. También hay cuatro explotaciones que han utilizado enmiendas orgánicas en partes de su explotación. Las explotaciones 1, 4 y 6 han realizado en alguno de los dos años enmiendas orgánicas con aporte de purín. Este purín provenía de

explotaciones de porcino de cebo que son las más numerosas en los alrededores de las citadas explotaciones. La explotación 5 también realizó enmienda orgánica los dos años, pero en vez de utilizar purín, aprovechó el estiércol de una explotación de ovino próxima a la misma.

En cuanto a los tratamientos fitosanitarios todas las explotaciones hacen tratamientos de postemergencia con materias activas como el 2,4 D, clorosulfuron, clortoluron ó tribenurón-metil, a diferentes dosis. Además de este tratamiento de postemergencia las explotaciones 2, 5 y 7 hacen un tratamiento de preemergencia con glifosato. La explotación 2 lo hace en toda la superficie de la explotación, la explotación 5 lo hace en las siembras de trigo que van después de girasoles y la explotación 7 lo realiza en la superficies destinadas para la siembra directa. Además las explotaciones 3 y 5 utilizan insecticida en el granero para la prevención de la aparición del “gorgojo” (*Sitophilus granarius*).

En cuanto al abonado de cobertera la mayoría de las explotaciones utilizan el nitrato amónico cálcico 27% a diferentes dosis. La única explotación que no utiliza este abono inorgánico granulado es la explotación 4 que suele utilizar para el abonado de cobertera nitratos líquidos.

En cuanto a la rotación de cultivos las explotaciones 1, 2, 3 y 6 no tienen introducida en su rotación ninguna leguminosa, al contrario que las explotaciones 5 y 7 que incorporan a su rotación guisantes y la explotación 4 que incorpora a su rotación guisantes y esparceta.

Otro cultivo que está muy extendido en estas explotaciones es el girasol. Esta oleaginosa está muy implantada y ayuda a salir a las explotaciones del monocultivo de cereal. Otra oleaginosa con fines energéticos que siembran las explotaciones 2 y 4 es la colza.

En el anejo II se puede observar con más detalle las superficies sembradas por cada explotación de los cultivos y variedades de los mismos, productos utilizados, así como las dosis aplicadas en abonado y tratamientos fitosanitarios para las dos campañas consideradas (Tablas II.1-II.10).

### 3.3. CALENDARIO DE LABORES SEGUIDO PARA CADA CULTIVO

Como ya se ha comentado, las especies sembradas en las diferentes explotaciones son el trigo, cebada, centeno, triticale, avena, girasol, colza, guisante y esparceta, además una explotación tiene en una pequeña parte de su superficie pastizal.

#### 3.3.1. Trigo (*Triticum aestivum*)

Las variedades que se siembran en las explotaciones de estudio son; Marius, variedad muy popular en el secano castellano-leones por sus buenos rendimientos, Berdún que se está implantando fuertemente sustituyendo al Marius debido a su mejor rendimiento y calidad de la paja y Craklin una variedad muy rústica con altos rendimientos aunque su calidad harino-panadera es inferior a las dos variedades anteriormente citadas.

El calendario de labores del trigo es el siguiente:

Octubre: Labor principal (alzado)

Abonado de sementera.

Octubre-noviembre: Labor complementaria (pase de cultivador)

Noviembre: Siembra

Febrero-Marzo: Abonado de cobertera

Febrero- Abril: Aplicación de herbicidas

Julio: Recolección.

#### 3.3.2. Cebada (*Hordeum vulgare*)

Las variedades sembradas en las explotaciones estudiadas se pueden dividir en dos grandes grupos, cebadas de seis carreras y cebadas de dos carreras; Las cebadas de seis carreras son: Esterel, cuya principal característica es su elevadísimo rendimiento, siendo muy apreciada por los ganaderos de ovino y bovino, y Epona, variedad que ofrece mejor peso específico que Esterel, un rendimiento de grano parecido y un menor rendimiento de paja.

Dentro de las cebadas de dos carreras hay que destacar entre todas las variedades a Scarlett que es de gran calidad maltera y goza de gran popularidad debido a sus buenos rendimientos y a su época de siembra ya que se pueden obtener buenos rendimientos en siembras tardías (Febrero – Marzo). Otra variedad de siembra tardía, sembrada por algún agricultor de las explotaciones estudiadas, que da buenos rendimientos pero es de peor calidad maltera es Maraca.

Entre las variedades de siembra temprana de dos carreras destaca Volley, variedad que da buenos rendimientos y es bastante rústica, también hay otras variedades como Montage, Naturel o Carat, sembradas por las explotaciones estudiadas que ofrecen grandes rendimientos en grano y paja muy valorada por los ganaderos de la zona.

El calendario de labores de la cebada es:

Octubre-Enero: Labor principal (alzado)

Octubre-Febrero: Abonado de sementera.

Noviembre-Febrero: Labor complementaria (pase de cultivador)

Noviembre-Marzo: Siembra

Marzo-Abril: Abonado de cobertera

Pase de rulo

Febrero- Abril: Aplicación de herbicidas

Julio: Recolección.

### **3.3.3. Centeno (*Secale cereale*)**

Las variedades que se siembran en las explotaciones estudiadas son Gigantón, una variedad que, aunque es poco productiva, ahíja mucho y tiene gran capacidad de rebrote por lo que es muy bueno para sembrar como cultivo forrajero monofito para el ganado. La otra variedad es el Petkus que es un centeno que no ahíja mucho pero su producción de grano es superior a la de la anterior variedad citada.

El calendario de labores del centeno es:

Octubre: Labor principal (alzado)

Abonado de sementera.

Octubre-noviembre: Labor complementaria (pase de cultivador)

Noviembre: Siembra

Febrero-Marzo: Abonado de cobertera

Febrero- Abril: Aplicación de herbicidas

Julio: Recolección.

### 3.3.4. Triticale (*Tritico secale*)

Una característica del triticale es que tiene más capacidad de rebrote por lo que también se suele utilizar para forraje, pero en las explotaciones del estudio el único fin del triticale es la recolección del grano. La variedad de triticale sembrada por la explotación que dispone de este cultivo es Tricolor.

El calendario de labores es similar al del centeno.

### 3.3.5. Avena (*Avena sativa*)

Las variedad sembrada por la única explotación del estudio que cultiva avena, es Blancanieves, variedad de siembra temprana. Esta variedad se conoce vulgarmente, como de grano blanco, es bastante productiva (<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm>). Este cultivo también se puede utilizar en asociación con alguna leguminosa como por ejemplo la veza (*Vicia sativa*) como cultivo forrajero.

El calendario de labores de la avena es:

Octubre- Enero: Labor principal (alzado)

Abonado de sementera.

Noviembre - Febrero: Labor complementaria (pase de cultivador)

Siembra

Marzo: Abonado de cobertera

Marzo - Abril: Aplicación de herbicidas

Julio: Recolección.

### **3.3.6. Girasol (*Helianthus annuus*)**

La variedad más sembrada en las explotaciones estudiadas es Pr64 A14, que es una variedad de ciclo medio-corto que no tiene una gran altura, lo que facilita su recolección pero, sí tiene un capítulo bastante grande lo que se traduce en muy buenos rendimientos, además cuando está en el estado de llenado de grano, pone el capítulo paralelo al suelo hacia abajo lo que dificulta el que las aves se alimenten de sus frutos.

El calendario de labores del girasol es el siguiente:

Octubre-Febrero: Labor principal (alzado)

Marzo-Abril: Labor complementaria (pase de cultivador)

Mayo: labor complementaria (pase de cultivador)

Siembra

Junio: Pase de cultivador (1-2) (dependiendo explotaciones)

Octubre-Noviembre: Recolección.

### **3.3.7. Guisante (*Pisum sativum*)**

La variedad sembrada por las explotaciones estudiadas en siembras tempranas es Iceberg y en siembras tardías es Forum.

El calendario de labores es el siguiente:

Octubre - Enero: Labor principal (alzado)

Labor complementaria (pase de cultivador)

Octubre-Febrero: Siembra

Aplicación de herbicida de preemergencia

Pase de rulo

Junio: Recolección.

### **3.3.8. Colza (*Brassica napus*)**

La colza en estas latitudes y con este clima, se debe sembrar en septiembre, para que pase el invierno en estado de roseta, ya que en este estado aguanta bien las heladas, sino se debería sembrar en febrero.

El calendario de labores es el siguiente:

Septiembre: Labor principal (alzado)

Abonado de sementera

Labor complementaria (Pase de cultivador)

Septiembre – Octubre: Siembra

Marzo: Abonado de cobertera.

Junio-Julio: Recolección.

### **3.3.9. Esparceta (*Onobrychis Sativa*)**

Esta leguminosa forrajera perenne se siembra en primavera y el primer año no se siega.

Se hacen dos aprovechamientos al año, uno en mayo o junio, que supone el 70% de la producción anual y el otro en septiembre- octubre si llueve en el verano.

La siega debe hacerse cuando está en plena floración para obtener la producción máxima ya que la esparceta no pierde digestibilidad.

Es poco exigente en fertilidad por lo que se cultiva en terrenos pobres, aguanta bien el frío y la sequía, lo que la convierten en un cultivo excepcional para las características de la zona donde se encuentran las explotaciones estudiadas. El principal inconveniente que a tenido la esparceta ha sido la Política Agraria Comunitaria que la dejó fuera de los cultivos que podían recibir subvención.



### 3.3.10. Pradera natural → Pastizal

Según el Nomenclátor Básico de Pastos en España (Ferrer et al, 2001) el pastizal es una comunidad natural dominada, en general por especies bastas que, por efecto del clima se seca o se agosta en verano, su densidad es variable. Se aprovecha mediante pastoreo extensivo.

## 3.4. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LAS CAMPAÑAS CONSIDERADAS

Las campañas consideradas son las correspondientes a 2006/2007 y 2007/2008.

Se tomaron los datos de la estación metereológica situada en el CEDER-CIEMAT (Lubia-Soria) por ser la estación de registro más próxima a las explotaciones del estudio con datos completos cuya localización se indica en la figura 3.

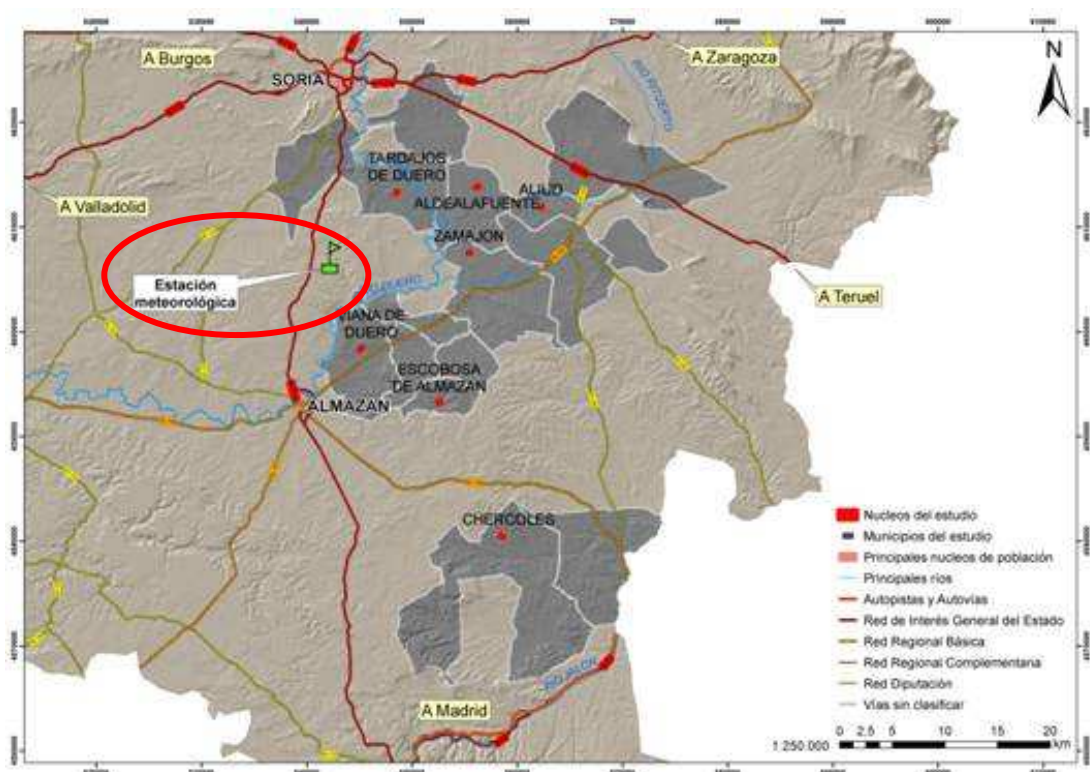


Figura 3: Localización de la estación metereológica.

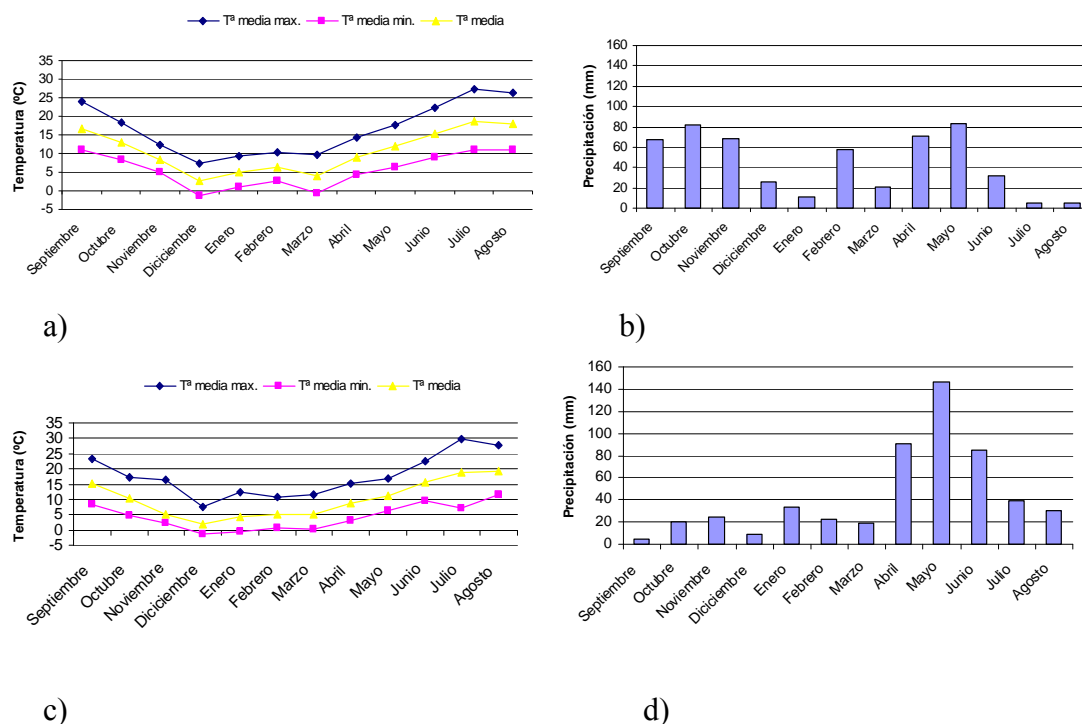
En la tabla 6 se observa, a modo comparativo, las dos campañas del estudio y los diferentes parámetros estudiados. Se indican las medias anuales de cada parámetro, excepto el de la precipitación que se considera el sumatorio anual. Para más detalle sobre el clima de la zona se encuentra el estudio climático histórico en el Anejo III.

**Tabla 6:** Comparación de los distintos años agrícolas estudiados.

<b>Parámetros</b>	<b>Año agrícola 2006/2007</b>	<b>Año agrícola 2007/2008</b>
<b>Temperatura máxima absoluta (°C)</b>	35,0	34,5
<b>Temperatura mínima absoluta (°C)</b>	-7,1	-7,4
<b>Temperatura media (°C)</b>	10,7	10,0
<b>Precipitación (mm)</b>	526,8	524,3
<b>Radiación solar (W/m<sup>2</sup>)</b>	4575,2	5314,8
<b>Velocidad del viento (m/s)</b>	2,6	2,2

En el año 2006/2007 el otoño fue lluvioso, el invierno bastante seco, la primavera muy lluviosa y el verano muy seco, lo que favoreció al rendimiento de cereales de invierno, colza, guisante esparceta y pastizales y perjudicó al cultivo de girasol que se vio afectado en algunas explotaciones por la escasez de lluvias en verano y la alta humedad de la tierra cuando se sembró.

En la figura 4 se muestran las condiciones meteorológicas de las campañas estudiadas 2006/2007 y 2007/2008 con más detalle. Se indican temperatura media, temperatura media de las máximas, temperatura media de las mínimas y precipitación por meses.



**Figura 4:** Condiciones meteorológicas (temperaturas y precipitación) para las campañas agrícolas 2006/2007(a y b) y 2007/2008 (c y d)

En el año agrícola 2007/2008 hubo un periodo con escasa precipitación de septiembre hasta mediados de octubre, retrasándose así el comienzo de las labores de preparación del terreno para sembrar los cultivos en unos quince días con respecto a otros años. La primavera y el principio de verano fue muy lluvioso, esto derivó en un retraso de la cosecha ya que aunque el cultivo estaba seco las cosechadoras no podían trabajar debido a la excesiva humedad del suelo lo que provocó pérdidas por dehiscencia de las vainas en guisantes y de alguna variedad de cebada. También hay que destacar respecto a la esparceta que, aunque dio buenas producciones no se pudo realizar bien el henificado debido a que en mayo y junio llovió mucho. También hay que destacar un pequeño periodo de pocas precipitaciones entre mediados de julio y mediados de septiembre, lo que condicionó, sobre todo al girasol este año, fue una lluvia excesiva en primavera, y como la mayoría de los agricultores sembraron la misma variedad que otros años, aunque la época de siembra fue más tardía, obtuvieron menores rendimientos en algunos casos.

### **3.5. HERRAMIENTA INFORMÁTICA UTILIZADA**

El estudio se ha realizado utilizando una hoja de cálculo denominada PLANETE (“Methode pour L’Analyse Energetique de l’Exploitation”, Bochu 2002).

El método PLANETE está basado en el análisis del ciclo de vida o de balances ecológicos definidos en la norma ISO 14040. PLANETE tiene en cuenta todos los inputs de un producto a lo largo de su ciclo de vida, analizando los impactos medioambientales de la elaboración y uso de este. Este programa se limita al campo de la cuantificación del flujo de energía. El análisis es efectuado sobre la explotación durante un año, cuantifica las entradas (inputs) y salidas (productos vendidos) de la explotación estudiada, obteniendo como resultado la energía utilizada por la explotación.

Como el objetivo final del programa es el de cuantificar para conocer situaciones de mejora potenciales, es fundamental conocer el tipo de producto y los métodos y medios de producción que utiliza el agricultor.

El indicador de Eficiencia Energética (output/input) sitúa el resultado de transformación de energía de la explotación. El perfil energético de la explotación revela las categorías de los inputs e indica las pistas de evolución posible (Risoud 2002).

El análisis energético es una herramienta precisa, que refleja las practicas agrícolas puestas en funcionamiento por el agricultor, también, permite medir el grado de autonomía técnica de la explotación, considerándola como un sistema de transformación de energía en el interior de un ecosistema.

Para la realización del análisis energético de explotaciones agrarias existe en el mercado herramientas informáticas en pleno desarrollo. Dichas herramientas tienen como objetivo reducir el tiempo y el coste necesarios para llevar a cabo los estudios.

### **3.6. BALANCE ENERGÉTICO**

Se tiene en cuenta la energía vendida (output) y la energía consumida (input) en la explotación agropecuaria.

El balance energético se expresa como una producción neta de energía (output-input) y como índice de eficiencia o rendimiento (output/input). Para ello se unifican unidades energéticas transformándose si es necesario.

Input: La explotación consume energía con la mano de obra, los fertilizantes (orgánicos e inorgánicos), los fitosanitarios, las semillas certificadas, la maquinaria y equipos, las construcciones, la electricidad y el transporte de las materias primas y del producto final.

La agricultura produce principalmente alimentos, estos son convertidos en valor energético en función de su energía bruta digestiva.

Output: los outputs vendidos en la explotación tienen un valor energético como los cereales de invierno (grano y paja), cereal de forraje, girasol (fruto), colza (grano y paja), guisantes (grano), esparceta (forraje) y el pastizal (forraje)

En primer lugar se analizan las operaciones a realizar durante el ciclo de cada cultivo teniendo en cuenta lo relacionado a continuación.

Mano de obra dedicada en la explotación.

Abonos y Productos Fitosanitarios:

Se considera la energía consumida en la producción de fertilizantes inorgánicos de acuerdo a su composición. También se consideran los fertilizantes orgánicos.

Los fertilizantes inorgánicos utilizados en las explotaciones como abonos de sementera son complejos NPK y compuestos nitrogenados aplicados en cobertera. Los abonos orgánicos utilizados en algunas son el purín de cerdos de cebo y el estiércol de ovino. (Anejo II, tablas II.1-II.10).

En cuanto a los fitosanitarios, los que se han utilizado han sido herbicidas aplicadas en el campo en todas las explotaciones y en algunas insecticidas en el almacén. (Anejo II, tablas II.1-II.10).

### Semillas

Cuando se utilizan semillas cosechadas en la producción normal, el input energético debido a ellas sería el equivalente a su valor calórico debido a que los inputs necesarios para su producción ya han sido contabilizados. En el caso de semillas híbridas, o seleccionadas, también se considera como input la energía gastada en su producción.

### Maquinaria agrícola

La maquinaria agrícola utilizada es la tradicional para este tipo de explotaciones de la provincia de Soria.

En la atribución de los inputs energéticos a la maquinaria agrícola que se emplea para las labores se tienen en cuenta el consumo de carburante y lubricantes y los gastos energéticos de su fabricación y conservación. El mantenimiento de la maquinaria, está calculado por cada hora de uso de esta y en ella entra, el material de reparación, el gasto de gomas (neumáticos, correas, y demás componentes móviles), y el gasto de diferentes materiales como pueden ser, anticongelantes, lubricantes especiales, y otros aparatos susceptibles de reparación.

Respecto a la energía gastada durante el funcionamiento de las máquinas, hay que tener en cuenta que cada litro de gasoil desprende al quemarse 40,70 MJ calculándose el consumo para los tractores de diferentes potencias que se encuentran en la explotación.

### Otros gastos asociados

El input energético estimado para los gastos de seguros, se determina como un factor que altera el mantenimiento y entretenimiento. Así como el coste de seguros se hace importante, el coste energético de estos, no se encuentra tan idealizado y representado como en el económico, algunos autores lo consideran insignificante.

Poder calorífico utilizado

El poder calorífico de base es el poder calorífico superior obtenido en laboratorio.

En las tablas 7 y 8 se indican los índices considerados para los cálculos para las entradas y las salidas respectivamente.

**Tabla 7:** Índices utilizados para las entradas.

<b>Inputs</b>	<b>MJ/unidad</b>
<b>Herbicidas</b>	260 MJ/kg de materia activa
<b>Insecticidas</b>	205 MJ/kg de materia activa
<b>Fertilizantes Nitrogenados</b>	52,6 MJ/kg de N
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	15,65 MJ/kg de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>K<sub>2</sub>O</b>	12,1 MJ/kg de K <sub>2</sub> O
<b>CaO</b>	2,8 MJ/kg de CaO
<b>Estiércol</b>	8,9MJ/t
<b>Purin</b>	18,3 MJ/m <sup>3</sup>
<b>Combustible</b>	40,7 MJ/l
<b>Electricidad</b>	9,6 MJ/kwh
<b>Lubricantes</b>	45,2 MJ/l
<b>Tractor (media de varias potencias)</b>	93,8 MJ/kg
<b>Aperos para preparación del suelo</b>	99,2 MJ/kg
<b>Otros aperos</b>	95,4 MJ/Kg

**Tabla 8:** Índices utilizados para salidas.

<b>Outputs</b>	<b>MJ/unidad</b>
<b>Cereal de invierno</b>	15-17,5 MJ/kg
<b>Girasol</b>	26,1 MJ/kg
<b>Guisantes</b>	15,7 MJ/kg
<b>Colza</b>	25,22 MJ/kg
<b>Paja</b>	15,9 MJ/kg
<b>Forrajes y pastizales</b>	18,4 MJ/kg

Como se puede observar en la tabla anterior las especies que más energía aportan son las oleaginosas

### 3.7. OTROS DATOS DE INTERÉS

En la tabla 9, se indican otras conversiones tenidas en cuenta en el estudio.

**Tabla 9:** Conversión de unidades.

<b>Conversión en unidades de energía</b>	
1 tep	41.800 MJ
1 MJ	0,028 eq litro de fuel
1 tep	11600 kWh
1 kwh.	3,60 MJ
1 eq-litro fuel	34,8 MJ



## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. BALANCE ENERGÉTICO DE LAS EXPLOTACIONES.**

#### **4.1.1. Campaña 2006/2007**

En el Anejo IV, tablas IV.1 – IV.7, se muestran los resultados obtenidos para la campaña 2006/2007 para cada explotación. Se indican las entradas y salidas de cada explotación en términos energéticos, así como el balance energético (outputs – inputs) y la eficiencia energética (outputs/inputs). Los datos se indican en MJ, tep, MJ/ha, tep/ha, y equivalentes litro de combustible/ha.

Un resumen de todas las explotaciones en MJ/ha se muestra en la tabla 10.

Como se puede observar en todos los casos, las entradas son menores que las salidas, por lo tanto el balance de la explotación es positivo.

La eficiencia energética (output/input) de todas las explotaciones ha sido positiva, aunque varía de 6,59 que tiene la explotación 6 a una eficiencia de 12,86 que tiene la explotación 2. Esto significa que en el peor de los casos, por cada unidad de energía consumida se han producido 6,59 unidades de energía.

La mejor eficiencia se ha obtenido en las explotaciones del rango de la 2 a la 5 cuyas extensiones están comprendidas entre 150 y 300 hectáreas. Los valores obtenidos en estos casos entre 11 y 13. Estas explotaciones coinciden con las que mayores rendimientos obtienen, siembran más de dos especies cada año, y recogen la paja por lo que se podría pensar que estas dos prácticas mejoran la eficiencia energética.

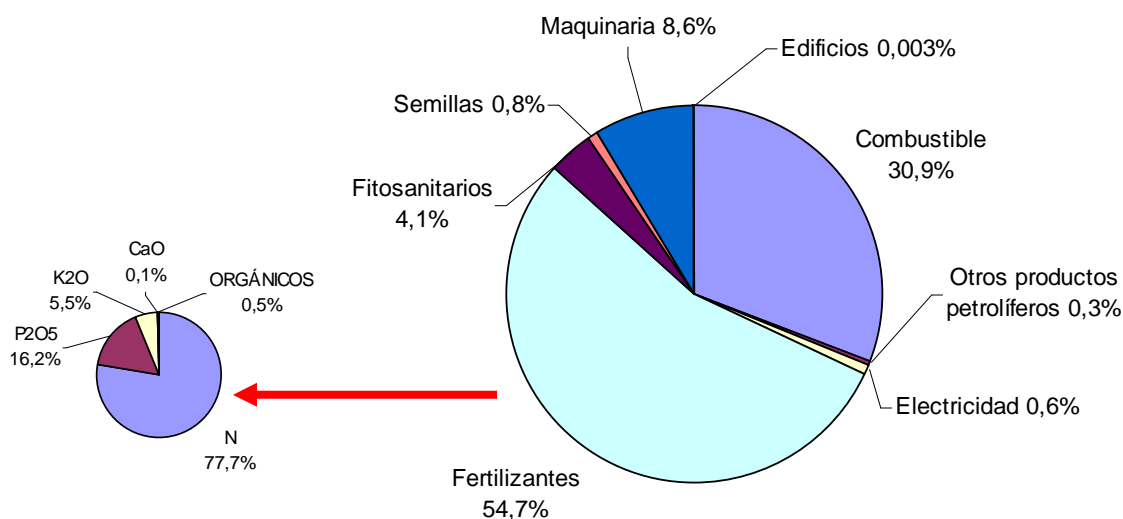
En general, los outputs crecen en función de los inputs excepto para la explotación 6. En esta, a pesar de utilizar inputs similares a la explotación de mayor eficiencia energética,

obtuvo outputs muy inferiores (42%). También se da el caso de obtener buena eficiencia energética con pocos outputs obtenidos, consumiendo pocos inputs como pasa en la explotación 4, si bien en este caso, la producción neta de energía es un 45% menor que la de la explotación dos que tiene similar eficiencia.

**Tabla 10:** Resumen de los resultados de cada explotación para el año agrícola 2006/2007 (MJ/ha)

	<b>AÑO AGRÍCOLA 2006/2007</b>						
	<b>(MJ/ha)</b>						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Combustible</b>	1692	2.880	2.569	1.850	3.117	2.810	2.418
<b>Lubricantes</b>	19	33	28	27	30	25	31
<b>Electricidad</b>	0	67	63	61	91	25	33
<b>Fertilizantes</b>	5.085	5.432	4.338	3.048	4.503	5.160	3.137
<b>Fitosanitarios</b>	156	502	295	309	193	422	403
<b>Semillas</b>	47	111	8	21	114	31	96
<b>Maquinaria</b>	813	791	710	510	883	566	554
<b>Edificios</b>	0,0	0,5	0,3	0,1	0,4	0,0	0,3
<b>ENTRADAS</b>	<b>7.812</b>	<b>9.816</b>	<b>8.013</b>	<b>5.826</b>	<b>8.931</b>	<b>9.038</b>	<b>6.671</b>
<b>Cultivos</b>	66.115	126.295	89.551	70.0723	103.203	59.630	51.723
<b>SALIDAS</b>	<b>66.115</b>	<b>126.295</b>	<b>89.551</b>	<b>70.0723</b>	<b>103.203</b>	<b>59.630</b>	<b>51.723</b>
<b>Balance</b>	<b>58.303</b>	<b>116.478</b>	<b>81.539</b>	<b>64.247</b>	<b>94.272</b>	<b>50.592</b>	<b>45.052</b>
<b>E. ENERGÉTICA</b>	<b>8,4</b>	<b>12,9</b>	<b>11,2</b>	<b>12,0</b>	<b>11,5</b>	<b>6,6</b>	<b>7,7</b>

En todas las explotaciones se sigue la misma tendencia en cuanto a los diferentes conceptos que consumen energía, por lo que en la figura 4 se muestran los porcentajes relativos a las entradas de la media de todas explotaciones.



**Figura 5:** Valores medios de los inputs de las explotaciones en la campaña 06/07 (%).

Como se puede observar los fertilizantes, el combustible y la maquinaria, son los principales consumos energéticos de las explotaciones con el 54,7%, 30,9% y 8,6% respectivamente, lo que supone un 94,2% del total de las entradas. Dentro de los fertilizantes, más del 77% del total de energía es consumida por los nitrogenados. Esta tendencia se ha obtenido en otros estudios de balances energéticos de cultivos, donde se indica también, que los fertilizantes que más energía consumen son los nitrogenados (Ciria et al. 2007). Hulsberger et al, 2001, indican la necesidad de controlar el aporte de nitrógeno y su forma (orgánico procedente de estiércoles o inorgánico) por la gran influencia que tiene en el balance energético de los cultivos.

De esta energía consumida, alrededor del 30-40% es energía directa es decir consumo de combustible, de lubricantes y de electricidad, y sobre un 60-70% es energía indirecta, es decir, la energía gastada en la fabricación de fertilizantes inorgánicos aportados a la superficie agraria de las explotaciones, en la fabricación de productos fitosanitarios y maquinaria, energía gastada para la multiplicación de semillas y la consumida para la realización de los edificios de los que se dispone.

En la tabla 11 se comparan los input más importantes de cada explotación estudiada donde se puede observar que la explotación menos eficiente (6) es una de las que más inputs tiene (9038 MJ/ha), destacando su alto gasto energético en fertilizantes (5160 MJ/ha) y en combustible (2810 MJ/ha).

La explotación 2 tiene los mayores inputs totales (9816 MJ/ha) destacando el gasto en fertilizantes (5432 MJ/ha). Esto puede atribuirse a la ausencia de barbecho en esta explotación.

La explotación que tiene mayor consumo energético en maquinaria (883 MJ/ha) y combustible (3117 MJ/ha) es la 5.

La explotación que menos combustible consume es la más pequeña (1), que gasta 1692 MJ/ha.

**Tabla 11:** Comparación de los inputs más importantes (MJ/ha) en la campaña 2006/2007.

<b>Explotación</b>	<b>Fertilizantes (MJ/ha)</b>	<b>Combustible (MJ/ha)</b>	<b>Maquinaria (MJ/ha)</b>	<b>Inputs Totales (MJ/ha)</b>
<b>1</b>	5085	1692	813	<b>7812</b>
<b>2</b>	5432	2880	791	<b>9816</b>
<b>3</b>	4338	2569	710	<b>8012</b>
<b>4</b>	3048	1850	510	<b>5826</b>
<b>5</b>	4503	3117	883	<b>8931</b>
<b>6</b>	5160	2810	566	<b>9038</b>
<b>7</b>	3137	2418	554	<b>6671</b>
<b>Media</b>	<b>4386</b>	<b>2477</b>	<b>690</b>	<b>8015</b>

En la tabla 12 se observa una comparativa de outputs en los que se especifica el rendimiento energético de cada uno por hectárea (MJ/ha) en cada explotación.

**Tabla 12:** Output por hectárea de cada explotación (MJ/ha) en la campaña 2006/2007.

	Explotaciones							
	1	2	3	4	5	6	7	Media
<b>Trigo</b>	71.169	88.566	75.914	73.505	87.277	44.283	43.492	<b>69.172</b>
<b>Cebada</b>	79.636	79.636	81.229	80.404	95.198		54.153	<b>78.376</b>
<b>Girasol</b>		28.748	33.973	31.341	29.480		16.959	<b>28.100</b>
<b>Paja</b>		61.384	44.021	50.738	62.786	33.449	36.825	<b>48.201</b>
<b>Guisante</b>				7.053	7.596		15.267	<b>9.972</b>
<b>Centeno</b>					46.252		32.685	<b>39.469</b>
<b>Colza</b>		63.042		63.200				<b>63.121</b>
<b>Forrajes</b>				82.541	35.527			<b>59.034</b>
<b>Triticale</b>				50.319				<b>50.319</b>

Como se puede observar, en términos energéticos, uno de los cultivos más productivo es la cebada ya que en casi todas las explotaciones es el cultivo del que más energía por hectárea se obtiene. Le sigue muy de cerca el trigo y también se puede observar que los forrajes aumentan bastante los outputs de las explotaciones que los producen.

La paja es otro output muy importante, el cual, en algunas explotaciones no existe porque no tienen la posibilidad de venderlo o porque deciden aportarla al suelo.

Las oleaginosas como el girasol y la colza son cultivos que para su rendimiento (kg/ha) producen gran cantidad de energía.

El cultivo que menos energía aporta a las salidas de las explotaciones es el guisante, que tiene poco valor energético pero gran valor agronómico.

También se puede observar que si se compara cultivo por cultivo las explotaciones menos eficientes este año (6 y 7), son las que tienen los rendimientos más bajos.

Las explotaciones de 2 y 5 son las que mejores rendimientos tienen en los cultivos de trigo y cebada que son los más importantes de las explotaciones. Lo que conlleva tener un mejor rendimiento en estos cereales ya que también es mejor el rendimiento de paja.

#### **4.1.2. Campaña 2007/2008**

En el anejo IV, tablas IV.8 – IV.14, se muestran los resultados obtenidos para la campaña 2007/2008. Al igual que para la campaña 2006/2007, se indica en la tabla 13 un resumen de las entradas y salidas de las explotaciones estudiadas.

Como se puede observar en estas tablas el balance energético de las explotaciones en este año es también positivo.

Al igual que la campaña anterior, la explotación que presento mejor eficiencia energética fue la 4 (14,23) donde se dio un aumento de los outputs y la que menos la 6 (5,22). Salvo alguna excepción, como la anteriormente mencionada, se ha detectado una disminución generalizada de la eficiencia, motivada, principalmente por un descenso de la producción.

Si se comparan los inputs utilizados por cada una de las explotaciones (tabla 14) se puede observar que la explotación más eficiente este año (4) es la que menos inputs ha utilizado (5185 MJ/ha) y la que más outputs ha obtenido y la menos eficiente (6) una de las que más inputs ha usado (8569 MJ/ha) y menos outputs ha obtenido.

Las dos explotaciones que más entradas energéticas han tenido son la 2 y la 5 (8869 MJ/ha y 8667 MJ/ha respectivamente), la que menos inputs ha utilizado después de la 4 es la 1 (6983 MJ/ha).

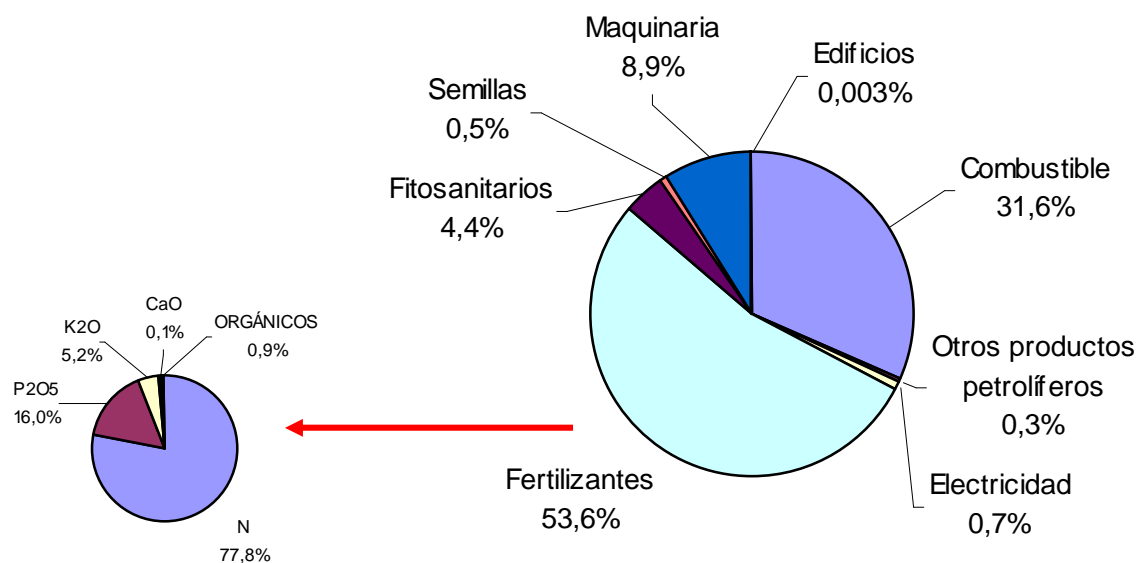
Comparando esta campaña con la anterior, también se aprecia, de forma general, un ligero descenso de los inputs empleados, de entre 5-11%, mientras que en los outputs el descenso es del 24-44%. Esto es la causa principal de la disminución de la eficiencia en esta campaña.



**Tabla 13:** Resumen de los resultados de cada explotación para el año agrícola 2007/2008 (MJ/ha)

	<b>AÑO AGRÍCOLA 2007/2008 (MJ/ha)</b>						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Combustible</b>	1.686	2.656	2.535	1.884	2.962	2.855	2.225
<b>Lubricantes</b>	19	29	25	22	30	25	31
<b>Electricidad</b>	57	64	63	63	89	25	34
<b>Fertilizantes</b>	4.343	4.771	3.904	2.396	4.283	4.851	3.954
<b>Fitosanitarios</b>	98	501	273	303	265	309	584
<b>Semillas</b>	61	6	9	6	111	3	63
<b>Maquinaria</b>	719	843	687	510	927	502	557
<b>Edificios</b>	0,0	0,4	0,3	0,1	0,4	0,0	0,3
<b>ENTRADAS</b>	<b>6.983</b>	<b>8.869</b>	<b>7.496</b>	<b>5.186</b>	<b>8.667</b>	<b>8.570</b>	<b>7.451</b>
<b>Cultivos</b>	50.007	70.664	52.779	73.814	67.307	44.755	56.966
<b>SALIDAS</b>	<b>50.007</b>	<b>70.664</b>	<b>52.779</b>	<b>73.814</b>	<b>67.307</b>	<b>44.755</b>	<b>56.966</b>
<b>Balance</b>	<b>43.023</b>	<b>61.795</b>	<b>45.283</b>	<b>68.628</b>	<b>58.640</b>	<b>36.185</b>	<b>49.515</b>
<b>E. ENERGÉTICA</b>	<b>7,2</b>	<b>8,0</b>	<b>7,0</b>	<b>14,2</b>	<b>7,8</b>	<b>5,2</b>	<b>7,6</b>

En la figura 5 se muestran los porcentajes de las entradas por hectárea, realizadas con la media de todas las explotaciones.



**Figura 6:** Valores medios de los inputs de las explotaciones en la campaña 07/08 (%).

Como ocurría el año anterior, las entradas más importantes son los fertilizantes, en los que los nitrogenados siguen la misma tendencia que en la campaña anterior, el combustible gastado en las tareas agrícolas y la maquinaria.

Como en la anterior campaña se sigue manteniendo un gasto de energías directas entre el 30-40% y un gasto de energías indirectas entre del 60-70%.

La explotación que más inputs tiene en fertilizante es la de 6 (4851 MJ/ha) y la que menos la 4 (2396 MJ/ha). En el caso del combustible la explotación que más combustible consume es la 5 y coincide con la que mayor input en maquinaria tiene (2962 MJ/ha en combustible y 927 MJ/ha en maquinaria).

La explotación que tiene un menor input en combustible es la 1 (1686 MJ/ha) y la que menor input de maquinaria es la 4 (510 MJ/ha).

**Tabla 14:** Comparación de los inputs más importantes (MJ/ha) en la campaña 2007/2008.

<b>Explotación</b>	<b>Fertilizantes (MJ/ha)</b>	<b>Combustible (MJ/ha)</b>	<b>Maquinaria (MJ/ha)</b>	<b>Inputs Totales (MJ/ha)</b>
<b>1</b>	4343	1686	719	<b>6983</b>
<b>2</b>	4771	2656	843	<b>8869</b>
<b>3</b>	3904	2535	687	<b>7496</b>
<b>4</b>	2396	1884	510	<b>5185</b>
<b>5</b>	4283	2962	927	<b>8667</b>
<b>6</b>	4851	2855	502	<b>8569</b>
<b>7</b>	3954	2225	557	<b>7449</b>
<b>Media</b>	<b>4072</b>	<b>2400</b>	<b>678</b>	<b>7603</b>

En la tabla 15 se muestran especificados, para cada explotación, la energía (MJ/ha) que aportan los diferentes cultivos y la paja de los mismos por hectárea de cada cultivo.

**Tabla 15:** Output por hectárea de cada explotación (MJ/ha) en la campaña 2007/2008.

<b>Output</b>	<b>Explotaciones</b>							
<b>(MJ/ha)</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>Media</b>
<b>Trigo</b>		61.996	47.446	81.449	59.308	34.794	39.539	<b>54.089</b>
<b>Cebada</b>	55.745	65.315	44.596	62.116	60.784		47.782	<b>56.057</b>
<b>Girasol</b>	36.587	36.587	28.747	41.813	20.885	39.200	28.017	<b>33.119</b>
<b>Paja</b>		14.753	24.807	49.447	42.767	26.281	32.493	<b>31.758</b>
<b>Guisante</b>				7.077			7.863	<b>7.470</b>
<b>Centeno</b>					31.343		28.016	<b>29.679</b>
<b>Colza</b>		76.962						<b>76.962</b>
<b>Forrajes</b>					31.931			<b>31.931</b>
<b>Triticale</b>				48.650				<b>48.650</b>
<b>Avena</b>					35.076			<b>35.076</b>

Como se puede observar en esta tabla, la explotación que mejor cosecha tuvo en términos generales, es la 4, que resulta ser la explotación más eficiente este año.

Otra explotación que resultó tener también buenos rendimientos energéticos sobre todo en cebada. fue la 2 que es la segunda explotación más eficiente energéticamente.

La explotación menos eficiente (6), es una de las explotaciones que peores rendimientos obtuvo con sus cultivos a pesar de ser la que consumió más fertilizantes. Este echo puede

ser debido a que la textura de la superficie que cultiva esta explotación (tabla 6) no es la más apropiada para estos cultivos, debido a que son terrenos que retienen poco la humedad y esto es un factor limitante si se habla de condiciones de secano.

#### 4.2. COMPARACIÓN DE LAS EXPLOTACIONES.

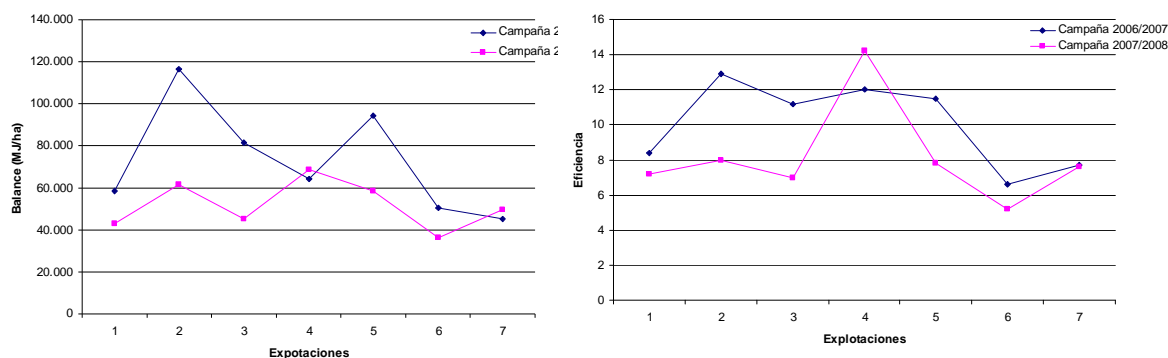
Para la comparación de las explotaciones, se ha realizado una media de las dos campañas estudiadas.

En la tabla 16 se muestran, a modo comparativo, los outputs, inputs, balances de energía y la eficiencia media de cada una de las explotaciones.

**Tabla 16:** Comparación de la eficiencia energética de las explotaciones.

Explotación	Output (MJ/ha)	Input (MJ/ha)	Balance (MJ/ha)	Output/Input
1	58061	7398	50663	7,8
2	98479	9343	89136	10,4
3	71165	7754	63411	9,1
4	71944	5505	66438	13,1
5	85405	8799	76606	9,7
6	52192	8802	43390	5,9
7	54345	7060	47284	7,7
<b>Media</b>	<b>70227</b>	<b>7809</b>	<b>62419</b>	<b>9,1</b>

En la figura 7 se muestra de forma gráfica la comparación de las dos campañas estudiadas:



**Figura 7:** Comparación gráfica de las explotaciones.

Como se puede observar la explotación más eficiente ha resultado ser la 4 (13,1) y la menos eficiente la 6 (5,9). Estos valores están dentro del margen que indican otros autores como Puntí (1982), quien indica una eficiencia energética entre 2,43 y 23 en función del sistema de cultivo.

Además, se puede observar que la explotación más eficiente energéticamente hablando no es la que más salidas tiene sino la que menos inputs ha consumido, resultando esto en una mejor relación output/input.

En contraposición, la explotación menos eficiente (6) como se puede ver en la tabla anterior, es una de las que mayores input tiene y de las que menores output, por lo que la eficiencia será más baja que en el caso anterior.

Las explotaciones que se encuentran en segundo y en tercer lugar, (2 y 5), son unas de las que mayores inputs tienen pero también son de las de mayores outputs.

En la explotación más eficiente del estudio los inputs representan el 7,6% de los outputs y en la explotación menos eficiente esta cifra sube al más del doble, 16,86%.

Atendiendo al tamaño de la explotación no se aprecia ninguna tendencia. A este respecto, otros autores como Seyed S.Mohtasebi et al. (2008) en Iran, no han encontrado diferencias significativas en explotaciones de trigo en regadío, aunque han considerado tamaños de explotación muy inferiores.

#### **4.2.1. Comparación de inputs**

En la tabla 17 se muestra el gasto energético (MJ/ha) que tiene cada una de las explotaciones en los principales inputs que son los fertilizantes, el combustible, la maquinaria y los fitosanitarios, considerando la media de las dos campañas agrícolas estudiadas.

**Tabla 17:** Gasto energético (MJ/ha) de los principales inputs consumidos en las distintas explotaciones. Media de las dos campañas.

<b>Explotación</b>	<b>Fertilizantes (MJ/ha)</b>	<b>Combustible (MJ/ha)</b>	<b>Maquinaria (MJ/ha)</b>	<b>Fitosanitarios (MJ/ha)</b>
<b>1</b>	4714	1689	766	127
<b>2</b>	5101	2768	817	502
<b>3</b>	4121	2552	698	284
<b>4</b>	2722	1867	510	306
<b>5</b>	4393	3039	905	229
<b>6</b>	5005	2832	534	365
<b>7</b>	3545	2322	555	494
<b>Media</b>	<b>4229</b>	<b>2439</b>	<b>684</b>	<b>329</b>

En la segunda columna se muestra el gasto energético más importante que tienen las explotaciones que son los fertilizantes. Las explotaciones que más gasto energético tienen, de estas, son la 2 y la 6. Son dos explotaciones que usan el mismo fertilizante en todos los cultivos, sin distinción, no tienen en su rotación de cultivos ninguna leguminosa. La explotación de 150,5 hectáreas no hace ninguna enmienda orgánica, lo que reduciría bastante el gasto energético en fertilizantes de la explotación. En el otro extremo están las explotaciones 4 y 7, estas explotaciones si tienen incorporada a su rotación de cultivos leguminosas. La explotación 4 hace enmiendas orgánicas y dependiendo del tipo de cultivo y de año usa diferentes fertilizantes y precisamente a resultado la más eficiente. La explotación 7 como tiene históricamente rendimientos menores que las demás explotaciones, usa una dosis de abonado inferior.

En la tercera columna (tabla 17) se observa el gasto por hectárea de combustible de cada una de las explotaciones. El consumo del mismo debería reducirse al aumentar el tamaño de la explotación, tendencia que no se cumple en todas las explotaciones.

Las explotaciones que más combustible por hectárea han consumido son la 5 y la 6, esto puede ser debido a dos causas, una es que son las explotaciones que más usan el arado de vertedera para el alzado del terreno, y esta es la operación que más combustible gasta. La otra razón es porque la potencia de los tractores que utilizan es bastante alta. La excesiva potencia de los tractores, si no se necesita, supone un importante incremento en el consumo. Por ejemplo, un tractor sobredimensionado 30 CV, consume 4 litros de gasoil

por hora más que un tractor ajustado (Pérez de Ciriza 2008). En el otro extremo se encuentra la explotación 1 que es la que menos combustible gasta por hectárea, esto puede ser debido, a que tiene un tractor de baja potencia (tabla 5) por lo que consume menos. Si se compara esto con el índice de mecanización (tabla 5), aunque la explotación que menos consume es la que tiene el índice de mecanización más bajo, no se ha encontrado ninguna relación con el resto de explotaciones.

En la cuarta columna (tabla 17) se puede observar el gasto energético que tienen las explotaciones con la maquinaria. Es el tercer gasto más importante después de los fertilizantes y los combustibles. El gasto energético de la maquinaria que se contabiliza, es la energía que se estima para su fabricación en (MJ/kg) y la energía estimada que puede gastar en sus reparaciones.

La explotación que más gasto energético tiene en maquinaria es la 5, esto es debido a que es la tercera explotación que más potencia media de tractor (tabla 5) tiene por hectárea, 480 CV para 302,3 hectáreas, es decir 1,6 CV/ha y lo normalmente aconsejado es tener 1 CV/ha (Esteban, 2003a). Además esta explotación es la que mayor inversión ha hecho en maquinaria en los últimos años por lo que tiene maquinaria nueva que no está amortizada energéticamente hablando. La explotación que menor gasto energético en maquinaria tiene es la 4, puesto que está la mayoría amortizada energéticamente, debido a que ya han pasado la edad estipulada para su amortización energética (Bochu, 2002).

El índice de mecanización de las explotaciones es menor al de la media nacional que fue de 323,2 CV/100 ha el año 2005 según el MAPA (2006), aunque también se ha de tener en cuenta que el índice de mecanización va a depender del tiempo disponible para realizar las labores, lo que marca claras diferencias entre los climas húmedos (Norte de España), con un reducido número de días disponibles para la siembra, y los semiáridos (Centro de España), con una limitación menor (IDAE 2006). Según García (2003) el índice de mecanización en Castilla y León en 1985 era de 168 CV/100 hectáreas, aumentando hasta 288 CV/100 hectáreas en 2002, lo que supone un aumento del 75% en el índice de mecanización en 20 años.

La columna quinta de la tabla 17 muestra el gasto energético que tienen las explotaciones en fitosanitarios, supone el cuarto gasto energético mayor para las explotaciones. Como se

puede observar, las que más gasto en fitosanitarios tiene es la explotación 2, la cual en todas sus parcelas además de hacer tratamientos de postemergencia en el cereal, hace también un tratamiento de preemergencia con glifosato (1,5 l/ha). La otra explotación que más fitosanitario consume es la 7, esta explotación realiza en gran parte de su terreno siembra directa lo que conlleva un menor gasto energético en labores mecánicas pero un mayor gasto energético en fitosanitarios.

#### **4.2.2. Comparación de outputs**

Para la comparación de los outputs en función de la especie cultivada en cada explotación, se ha realizado la media entre todas las explotaciones que tenían ese cultivo, independientemente del tamaño de la explotación.

Como se puede observar en la tabla 18, en el año agrícola 2006/2007 se obtuvieron mejores rendimientos en cereales, forrajes y proteaginosas, y el año 2007/2008 fue mejor para las oleaginosas, sobre todo para el girasol, el cual, tuvo un menor periodo de sequía estival en la campaña 2007/2008.

En líneas generales se puede decir que la cebada y el trigo son los cultivos que más outputs aportan a la explotación porque, además de la energía del grano, aportan la de la proporción de paja que se comercializa. Estos cultivos son los que más rendimiento tienen en estas latitudes y por eso son los cultivos más sembrados.

En proporción al rendimiento de los cultivos con su producción de energía, los cultivos más energéticos son los oleaginosos, es decir el girasol y la colza.



**Tabla 18:** Comparación de los outputs de los años agrícolas considerados.

<b>Especie</b>	<b>Año 2006/2007 (MJ/ha)</b>	<b>Año 2007/2008 (MJ/ha)</b>	<b>Media</b>
<b>Trigo</b>	69173	54089	<b>61631</b>
<b>Cebada</b>	78376	56056	<b>67216</b>
<b>Girasol</b>	28100	33119	<b>30610</b>
<b>Paja</b>	48201	31758	<b>39979</b>
<b>Guisante</b>	9972	7470	<b>8721</b>
<b>Centeno</b>	39469	29679	<b>34574</b>
<b>Colza</b>	63121	76962	<b>70042</b>
<b>Forrajes</b>	41191	18253	<b>29722</b>
<b>Triticale</b>	50319	48650	<b>49485</b>
<b>Avena</b>		35076	<b>35076</b>

### 4.3. PROPUESTAS DE MEJORA.

Con los resultados obtenidos se puede reflexionar sobre las actividades que mas energía consumen en una explotación agraria, a fin de intentar mejorar el balance energético.

Todos los propietarios de las explotaciones estudiadas intuyen que realizan las buenas prácticas agrarias, no obstante, a la vista de los resultados, es interesante considerar una serie de matices sobre el ahorro energético.

Acciones recomendadas a seguir en las explotaciones.

#### A) Reducir input.

##### En fertilización:

La fertilización y, en especial la nitrogenada, es otra de la actividad que más energía consume por lo que se propone:

- Introducir en la rotación de cultivos leguminosa que contribuye a fijar nitrógeno en el suelo.
- Aplicar la materia orgánica procedente del ganado en el momento adecuado y en el caso del estiércol de ovino después de un tiempo de compostaje del estiércol.

- Aplicación racional de fertilizantes: dosis justas en el momento adecuado y realizar análisis de tierra para detectar el fertilizante que más le conviene a esa superficie y cultivo (IDAE 2005b)

### En combustible

Para controlar el consumo del tractor en las distintas labores agrícolas será el objetivo principal de una planificación de ahorro y uso eficiente del combustible en la explotación agrícola. Para ahorrar combustible en el tractor agrícola es necesario tener una serie de consideraciones como (IDAE 2005c):

- Seleccionar el tipo y el número de trabajos agrícolas a desarrollar por los cultivos, simplificando en lo posible las operaciones del cultivo.
- Elegir el tractor adecuado para el trabajo que debe realizar.
- Utilizar maquinas y aperos apropiados y en buen estado, correctamente regulados con el tractor.
- Elegir los neumáticos, con adecuadas presiones de inflado, y lastrar el tractor en función de las operaciones previstas.
- Seleccionar el régimen de funcionamiento del motor para que trabaje en zonas de bajo consumo.
- Utilizar adecuadamente los dispositivos de que dispone el tractor para los diferentes tipos de trabajo, como por ejemplo utilizar la doble tracción.
- Utilizar las posiciones de la toma de fuerza económica para trabajos ligeros cuando la máquina que se ha de accionar con el tractor demanda poca potencia.
- Realizar un adecuado mantenimiento del tractor.
- Evitar realizar operaciones agrícolas en condiciones desfavorables de suelo.

Otra de las formas de ahorrar mas o menos energía es función de la forma que este estructurada la explotación agrícola. Por esto, para mejorar la eficiencia en el uso del combustible, además de un manejo apropiado del tractor y la elección del sistema de laboreo menos intensivo posible, es preciso prestar especial atención a la propia estructura de la explotación, teniendo en cuenta los siguientes aspectos (IDAE, 2005c).

- Concentrar parcelas grandes, preferiblemente de más de 5 hectáreas, y a ser posible de formas alargadas y regulares.
- Prestar atención a las distancias entre el garaje del parque de maquinaria y la

ubicación de las parcelas de cultivo, preferiblemente inferior a 4 km de promedio, especialmente con tractores pequeños.

- La elección de tractores y aperos de dimensiones mayores para labores pesadas lleva una reducción del consumo de combustible por hectárea, pero debe hacerse siempre que la inversión esté justificada en las horas previstas de utilización. Lo más importante es disponer del tractor y parque de maquinaria dimensionado a la explotación.
- Para las labores de baja demanda como el abonado o tratamientos fitosanitarios utilizar tractores de menor potencia y maquinas de mayor anchura de trabajo.
- Los tractores tienden a perder potencia y a aumentar su consumo específico de combustible con el paso del tiempo, especialmente si el mantenimiento no es el apropiado, de ahí el interés de disponer de una explotación cuya dimensión permita una continua renovación del parque de maquinaria.
- Para incrementar las horas anuales potenciales de utilización de la maquinaria es conveniente la diversificación de cultivos de otoño con otros de primavera.
- La opción de subcontratación de las labores más costosa es una alternativa a considerar, desde el punto de vista del ahorro y la eficiencia energética, al posibilitar la reestabilización de tractores y maquinas mayores, más eficientes energéticamente.
- La gestión de los cultivos en grandes explotaciones, bien profesionales o asociativas, permiten obtener costes de mecanización menores y una mejor eficiencia en el uso del combustible.

#### En maquinaria y aperos:

- Diversificar los aperos de laboreo para así tener de todos y poder elegir el más apropiado para cada cultivo y para la época del año, lo que permitirá aumentar la calidad de las labores. Si son muy específicos, tener en multipropiedad aperos que no se usan pocas horas al año para realizar alguna tarea en concreto.
- Tener un correcto mantenimiento de la maquinaria y aperos para poder sacarles el máximo rendimiento, lo que va a influir también en el consumo de combustible del tractor (IDAE 2005d)

En tratamientos fitosanitarios:

- Realizar labores mecánicas para evitar la invasión de malas hierbas, como por ejemplo el laboreo de los barbechos en la época adecuada.
- Realizar vaciado sanitario en los almacenes para la lucha contra el “gorgojo”.

En las instalaciones:

Las instalaciones suponen un gasto energético menor y necesario en la explotación, gastando más energía las instalaciones que no están amortizadas energéticamente (<25 años). La forma de ahorrar energía en instalaciones modernas podría ser:

- Reducir el consumo de luz eléctrica por ejemplo cambiando las bombillas incandescentes por fluorescentes. (IDAE 2005e)

## B) Aumentar de output.

Alguna de las formas de aumentar output en las explotaciones son:

- Buena elección del cultivo.
- Utilizar semilla de buena calidad, libre de plagas y enfermedades.
- Utilizar variedades recomendadas para las condiciones edafoclimáticas de la explotación.

En las explotaciones estudiadas, se entiende que se llevan a cabo numerosas de las recomendaciones anteriormente citadas, si bien cabría insistir en: ahorrar energía y tener mas eficiencia energética de forma practica en la parte referida a los cultivos extensivos, de las siguientes formas:

- Concentración parcelaria para reducir distancias y tiempos muertos.
- Diversificar los cultivos para diversificar las horas del tractor y establecer calendarios de trabajo para todo el año.

Las recomendaciones que se estiman oportunas para aumentar la eficiencia energética, para cada explotación del estudio son las siguientes:

## A) Actuar sobre los inputs:

En abonado:

No usar siempre el mismo complejo para el abonado como hacen las explotaciones 1, 2 y 6 que siempre utilizan el complejo 8-24-8. Para reducir gastos energéticos en el abonado todas las explotaciones deberían tener un estudio del suelo de sus parcelas para ver el abono que más les conviene y la dosis ideal. Las explotaciones 2, 3 y 7 deberían aportar a sus suelos abonados orgánicos si fuera posible ya que así reducirían mucho su gasto energético y las demás explotaciones que ya hacen enmiendas orgánicas deberían aumentarlas todo lo que fuera posible. Además podrían incorporar las explotaciones 1, 2, 3, 5 y 6 alguna leguminosa en su rotación para la mejora del suelo de sus parcelas.

En combustible:

Además de lo que se ha comentado anteriormente, sobre todo las explotaciones 5 y 6 ahorrarían combustible utilizando más el chisel para labores de alzado, en vez de el arado de vertedera, aunque pueden tener otras razones agronómicas para no llevar a cabo esta práctica.

En maquinaria:

Las explotaciones 2, 3, 4 y 5 tienen una potencia de tractores bastante elevada (índice de mecanización entre 127 y 174 CV/100 ha) para la superficie que cultivan lo que conlleva un gasto energético importante. Las explotaciones 2 y 5 tienen aperos en propiedad específicos que se usan pocas horas al año, como la segadora y el rodillo de aros los cuales les convendría tener en multipropiedad si fuera posible. La explotación 7 esta viviendo una reconversión de un sistema de siembra tradicional a la siembra directa con lo que cuando acabe esta reconversión habrá aperos que los dejará de utilizar por lo que debería prescindir de ellos y así reducir su parque de maquinaria.

En fitosanitarios:

La que tiene mayor potencial de ahorro energético con los fitosanitarios es la explotación 2 que aplica glifosato indiscriminadamente a todas sus parcelas después de realizar su labor de alzado. Esta explotación debería mirar primero si es necesario tratar todas las parcelas con glifosato o si únicamente sería necesario aplicar un herbicida más específico.

**B) Actuar sobre los outputs:**

Otra forma de aumentar la eficiencia energética de las explotaciones, es el aumento de los outputs de las mismas.

Las explotaciones 1, 3 y 6 podrían revisar las variedades que siembran ya que todos los años utilizan las mismas y probar con otras variedades que sean más productivas. Además, las explotaciones 1 y 6 mejorarían su eficiencia energética si todos los años dedicaran una parte de la superficie que cultivan a oleaginosas, ya que estas, son el cultivo que más energía produce en función de su rendimiento y, por otra parte, al introducir en la rotación otras especies, se tiene la ventaja del control de malas hierbas. Otra recomendación que se le podría hacer a la explotación 1 para aumentar sus outputs energéticos es la de no incorporar la paja al suelo y empacarla.

## **CONCLUSIONES**

## **5. CONCLUSIONES**

De los resultados anteriores se puede concluir que:

- 1- El balance energético de las explotaciones en los dos años considerados es positivo con una ganancia media de 62419 MJ/ha.
- 2- La eficiencia energética en el mejor de los casos es de 14,2 y en el peor de los casos de 5,2. Se han producido una media de 9,1 unidades energéticas por cada unidad consumida en las explotaciones.
- 3- La mejor eficiencia se ha encontrado en las explotaciones de 150 a 300 hectáreas. Los inputs medios de estas suponen un 9,6% de los outputs.
- 4- La siembra en la misma explotación de más de dos especies cada año mejora la eficiencia energética.
- 5- Las explotaciones que empacan la paja para su aprovechamiento posterior tienen mejor eficiencia energética.
- 6- De la energía consumida por las explotaciones, entre un 30-40% es energía directa (combustibles, lubricantes y electricidad) y entre un 60-70% es indirecta (fertilizantes, fitosanitarios, maquinaria, semillas y edificios).
- 7- El mayor consumo energético de las explotaciones es debido a los fertilizantes ( $\approx$  54%), principalmente a los nitrogenados, y al combustible ( $\approx$  30%).
- 8- Los cultivos que más energía producen por hectárea son la cebada y el trigo y el que menos es el guisante.
- 9- Cuanto más nueva es la maquinaria de la explotación, mayor repercusión tiene en el



gasto energético en este aspecto.

- 10- La realización de siembra directa supone un aumento en el consumo energético en fitosanitarios y una disminución en el de combustible y maquinaria.
- 11- En resumen, se puede decir que no se ha detectado una tendencia clara en función de la superficie de la explotación, siendo necesario aumentar el número de explotaciones a estudiar para dilucidar este resultado.

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **6. BIBLIOGRAFIA**

- Abaigar A., Irañeta I., Pérez de Ciriza J.J., Pérez B., 2004. “ Fertilización de cultivos con purines de ganado porcino”. Ed: ITG. Pamplona.
- Bochu, J-L., 2002. «PLANETE: Methode pour l’analyse energetique de l’exploitation agricole et l’évaluation des emissions de gaz a effet de serre». SOLAGRO, Toulouse, Francia.
- Carpintero y Naredo, 2006. En: Intxaurrendieta Salaberria , J.M., Arandia Miura, A.2006 “Sistemas ganaderos, energía y emisiones. Análisis comparativos de explotaciones de ganadería rumiante en Navarra”.Ed ITG. Pamplona.
- CBDSA: Comisión del Banco de Datos de Suelos y Aguas, 1983. En: Porta Casanellas J., López-Acevedo M., Roquero de Laburu C., 2003 “EDAFOLOGIA Para la Agricultura y el Medio Ambiente” Ed. Mundi Prensa. Barcelona
- Ciria, M.P., Bernardos, A. , Solano, M.L. and Carrasco, J.E., 2007. “Energy costs of the production of brassica spp energy crop biomass in NNE of Spain”. 15th European Biomass Conference & Exhibition from Research to Market Deployment (Berlín). Ed: ETA-Renewable Energies. Italia, pág 764-767.
- Esteban J.J., 2003a. “ Práctica número 3: Medios mecánicos”. Ed: Universidad de Valladolid. Soria.
- Esteban J.J., 2003b. “ Práctica número 1: Fertilización”. Ed: Universidad de Valladolid. Soria.
- Ferrer C., San Miguel A., y Olea L., 2001. “Nomenclátor Básico de Pastos en España”. Ed. Mundi Prensa. Madrid.
- García J.A., 2003. “No es lo mismo hacer siembra directa que sembrar directamente sin labrar” Tierras de Castilla y León nº 96 pág 42-44. Ed: Gestora de comunicaciones de

Castilla y León. Valladolid.

IDAE, 2004. Documentos de ahorro y eficiencia energética en agricultura dentro la Estrategia 2004-2012. Ed. IDAE, Madrid.

IDAE, 2005a. “Plan de Energías Renovables en España 2005-2010”. Ed. IDAE, Madrid.

IDAE 2005b. “Medidas de ahorro y eficiencia energética para la agricultura”. Ed. IDAE, Madrid.

IDAE, 2005c. “Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola. Ahorro y Eficiencias Energéticas en la Agricultura”. Ed. IDAE, Madrid.

IDAE, 2005d. “Consumos Energéticos en las Operaciones Agrícolas en España”. Ed. IDAE, Madrid.

IDAE, 2005e. “Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas. Ahorro y Eficiencias Energéticas en la Agricultura”. Ed. IDAE, Madrid.

IDAE, 2006. “Ahorro, Eficiencia Energética y Estructura de la Explotación Agrícola. Ahorro y Eficiencias Energéticas en la Agricultura”. Ed. IDAE, Madrid.

Hulsberger K-J., Fiel B., Biermann S., Rathke G-W., Kalk W-D., Diepenbrock. 2001. A method of energy balancing in crop production and its application in a long-term fertilizer trial. Agriculture Ecosystem & Environment 86, pag. 303-321.

Johnson, 1979 y Craul, 1999. En: Porta Casanelles J., López-Acevedo Reguerín M., Poch Claret R.M., 2008 “Introducción a la Edafología”. Ed. Mundi Prensa. Madrid.

Junta de Castilla y León, 2007. “Información agraria 09/2007”. Ed: Consejería de agricultura y ganadería. Valladolid

Junta de Castilla y León, 2009. “Consumo y producción de energía eléctrica provincial”.

Ed: Consejería de economía y empleo. Soria

MAPA, 2006. “Hechos y Cifras de la agricultura, la pesca y la alimentación en España”.

Ed: MAPA. Madrid.

Monedero F., 2006. “El ahorro y eficiencia energética en la agricultura”. Vida Rural nº 232, pag 32-34. Ed: Eumedia S.A. Madrid.

Naredo J.M., 1987.En: Intxaurrendieta Salaberria , J.M., Arandia Miura, A.2006 “Sistemas ganaderos, energía y emisiones. Análisis comparativos de explotaciones de ganadería rumiante en Navarra”.Ed ITG. Pamplona

Porta Casanellas J., López-Acevedo M., Roquero de Laburu C., 2003 “EDAFOLOGIA Para la Agricultura y el Medio Ambiente” Ed. Mundi Prensa. Barcelona.

Pérez de Ciriza J.J., 2008. “Maquinaria para ahorro energético en agricultura de conservación”. Seminario científico sobre agricultura de conservación y ahorro de energía. CD. Valladolid

Puntí i Culla, Albert 1982. “Balance energético y costo ecológico de la agricultura española”. Agricultura y sociedad, Nº 23, pags. 289-300.

Seyed Saeid Mohtasebi, Monsour Behrooz Lar, Majid Safa and Mohammad Reza Chaichi. 2008. Comparison of direct and indirect energy coefficients for seeding and fertilizing in irrigated wheat production” World Applied Sciences Journal 3 (3), pag. 353-358.

Risoud B., 2002. «Analyse énergétique d’exploitations agricoles et pouvoir de réchauffement global. Méthode et résultats sur 140 fermes françaises». Rapport d’étude pour l’ADEME. Toulouse, Francia.

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm> (agosto 2009).

## **ANEJOS**

**ANEJO I:**

**MEDIOS MECÁNICOS DE LAS EXPLOTACIONES**

## ANEJO I: MEDIOS MECÁNICOS DE LAS EXPLOTACIONES.

En las siguientes tablas (I.1-I.31) se muestran con detalle la maquinaria e instalaciones con las que cuenta cada explotación y sus principales características.

Explotación 1: 84,2 hectáreas

**Tabla I.1:** Relación de tractores de la explotación 1

Tractores	Características	Edad (años)	Horas/año
Case mx 110	80 cv	11	462

**Tabla I.2:** Relación de aperos de la explotación 1.

Tipo de Maquinaria	Marca	Características	Edad (años)	ha/año
<b>Preparadores de suelo</b>	Arado Keverland	Fijo de 4 cuerpos	15	50
	Chisel Gil	9 brazos	1	30
	Cultivador Fayser	13 brazos	10	80
	Conjunto(rodillo + cultivador) s/m	11 brazos, 3m	20	4
<b>Abonadora</b>	Nordsten	Disco, 1200 kg	15	70
<b>Sembradora</b>	Lamusa	Chorrillo, 3,5 m	15	70
<b>Pulverizador</b>	Hardi	1000 l / 12 m	12	80

**Tabla I.3:** Relación de otros materiales de la explotación 1.

Otros	Características	Edad (años)
Remolque	8000 kg	30
Pala tractor Tenías B3	-	9
Sinfín remolque	-	11
Sinfín cochera	-	40

**Tabla I.4:** Relación de edificios de la explotación 1.

Tipo de Edificio	Material de construcción	m <sup>2</sup>
Almacén grano	Paredes de hormigón y de ladrillo enlucidas de cemento y tejado de láminas de fibrocemento	280



Explotación 2: 150,5 hectáreas.

**Tabla I.5:** Relación de tractores de la explotación 2.

Tractores	Características	Edad (años)	Horas/año
Lamborghini 1306 DT turbo	140 cv	18	750
Fiat Super 1000	110 cv	30	200

**Tabla I.6:** Relación de aperos de la explotación 2.

Tipo de Maquinaria	Marca	Características	Edad (años)	ha/año
Preparadores de suelo	Arado vertedera Krone	4 cuerpos, reversible	18	35
	Chisel agromet	11 brazos	5	115
	Cultivador Sial	15 brazos muelles	12	150
	Rodillo de aros	4 m	3	150
Abonadora	Vicon	Pendular, 1200 kg	15	250
Sembradoras	Lamusa	Chorrillo, 3,5 m	6	125
	Monosem	5 cuerpos	4	90
Pulverizador	Industrias Sanz	1000 l	16	150

**Tabla I.7:** Relación de maquinaria para la recolección de la explotación 2.

Recolección	Características	Edad (años)	ha/año
Cosechadora New Holland TX 62	5,2 m de corte	9	500
Guadaña Jolpa	2 m de corte	30	2

**Tabla I.8:** Relación de otros materiales de la explotación 2.

Otros	Características	Edad (años)
Remolque	9000 kg	27
Remolque	9000 kg	28
Sinfín remolque	-	10
Sinfín remolque	-	15
Pala Tenías B3	-	23
Amontonador de grano	-	8
Sinfín cochera	-	18
Sinfín cochera	-	28

**Tabla I.9:** Relación de edificios de la explotación 2

Tipo de Edificio	Material de construcción	m <sup>2</sup>
Almacén grano	Paredes de hormigón armado de ladrillo enlucidas de cemento y tejado de láminas de fibrocemento	400
Garaje	Paredes de adobe enlucidas de cemento y tejado de teja árabe	100

Explotación 3: 182,2 hectáreas**Tabla I.10:** Relación de tractores de la explotación 3.

<b>Tractores</b>	<b>Características</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Horas/año</b>
John Deere 6900	150 cv	13	540
John Deere 7710	166 cv	8	315

**Tabla I.11:** Relación de aperos de la explotación 3.

<b>Tipo de Maquinaria</b>	<b>Marca</b>	<b>Características</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>ha/año</b>
<b>Preparadores de suelo</b>	Arado vertedera Keverland	4 cuerpos, reversible	13	70
	Chisel Bagües	11 brazos	4	110
	Cultivador Tacias	15 brazos, 3,5 m	15	170
	Conjunto (cultivador + rodillo) Talleres Mur	4 m	18	100
<b>Abonadora</b>	Bogballe	Discos, 1000 kg	14	110
<b>Sembradoras</b>	Gil	Chorrillo, 3,5 m	6	110
<b>Pulverizador</b>	Pulverizador s/m	800 l	30	110

**Tabla I.12:** Relación de otros materiales de la explotación 3

<b>Otros</b>	<b>Características</b>	<b>Edad (años)</b>
Remolque	8000 kg	34
Remolque	8000 kg	34
Sinfín remolque	-	11
Pala 4000 XD	-	14

**Tabla I.13:** Relación de edificios de la explotación 3.

<b>Tipo de Edificio</b>	<b>Material de construcción</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Almacén grano	Paredes de hormigón armado y de ladrillo enlucidas de cemento y tejado de láminas de fibrocemento	500
Almacén + garaje	Paredes de bloque y tejado de láminas de chapa	300

Explotación 4: 249,7 hectáreas**Tabla I.14:** Relación de tractores de la explotación 4.

<b>Tractores</b>	<b>Características</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Horas/año</b>
New Holland M135	135 cv	12	550
New Holland T7530	183 cv	1	500

**Tabla I.15:** Relación de aperos de la explotación 4.

<b>Tipo de Maquinaria</b>	<b>Marca</b>	<b>Características</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>ha/año</b>
<b>Preparadores de suelo</b>	Arado vertedera Keverland	4 cuerpos, reversible	12	100
	Preparador Smarras	7 brazos	5	60
	Cultivador Horpiso	21 brazos, 4 m	7	200
<b>Abonadora</b>	Aguirre	Discos, 900 kg	30	280
<b>Sembradoras</b>	Aguirre	Neumática, 5 m	4	140
	Monosem	7 cuerpos	6	60
<b>Pulverizador</b>	Hardí	1000 l, 12 m	15	140

**Tabla I.16:** Relación de otros materiales de la explotación 4

<b>Otros</b>	<b>Características</b>	<b>Edad (años)</b>
Remolque	12000 kg	25
Remolque	8000 kg	35
Pala Tenías B4	-	2

**Tabla I.17:** Relación de edificios de la explotación 4.

<b>Tipo de Edificio</b>	<b>Material de construcción</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Almacén grano	Paredes de hormigón armado y de ladrillo enlucidas de cemento y tejado de láminas de fibrocemento	250
Almacén grano	Paredes de ladrillo enlucidas de cemento y tejado de teja árabe	180
Almacén + garaje	Paredes de bloque y tejado de láminas de chapa	180

## Explotación 5: 302,3 hectáreas

**Tabla I.18:** Relación de tractores de la explotación 5.

Tractores	Caraterísticas	Edad (años)	Horas/año
Fendt Favorit 612	150 cv	17	475
CASE 5150 Plus	130 cv	12	680
CASE mx 200	200 cv	6	200

**Tabla I.19:** Relación de aperos de la explotación 5.

Tipo de Maquinaria	Marca	Características	Edad (años)	ha/año
Preparadores de suelo	Arado vertedera Keverland	4 cuerpos, reversible	26	50
	Arado vertedera Keverland	5 cuerpos, reversible	8	105
	Semichisel Vomer	25 brazos, 5 m	1	100
	Conjunto (rodillo + cultivador) Bagües	5m	6	170
	Cultivador Sial	15 brazos	25	60
	Rodillo aros NOLI	4 m	7	50
Abonadora	Vicon	Pendular, 1500 kg	5	300
	Agrinox	Discos, 6000 kg	4	101
Sembradoras	Solá	Neumática, 5 m	5	202
Pulverizador	Hardi	1200 l, 15 m	5	350

**Tabla I.20:** Relación de maquinaria para la recolección de la explotación 5.

Recolección	Características	Edad (años)	ha/año
Cosechadora Laverda 3790	4,8 m de corte	17	230
Guadaña Gaspardo	2,5 m de corte	14	10

**Tabla I.21:** Relación de otros materiales de la explotación 5.

Otros	Características	Edad (años)
Remolque	8000 kg	29
Remolque	12000 kg	12
Remolque	15000 kg	5
Remolque esparcidor	10000 kg	1
Sinfín remolque	-	14
Sinfín remolque	-	17
Sinfín cochera	-	29
Pala Tenías B3	-	12
Amontonador Grano	-	19

**Tabla I.22:** Relación de edificios de la explotación 5.

<b>Tipo de Edificio</b>	<b>Material de construcción</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Almacén grano	Paredes de hormigón armado y tejado de láminas de chapa semicircular	500
Almacén + garaje	Paredes de hormigón armado y de ladrillo enlucidas de cemento y tejado de láminas de fibrocemento	200
Almacén + garaje	Paredes de bloque y tejado de láminas de chapa	200

Explotación 6: 365,0 hectáreas**Tabla I.23:** Relación de tractores de la explotación 6

<b>Tractores</b>	<b>Características</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Horas/año</b>
John Deere 8300	230 cv	10	800
John Deere 6910	140 cv	9	700

**Tabla I.24:** Relación de aperos de la explotación 6.

<b>Tipo de Maquinaria</b>	<b>Marca</b>	<b>Características</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>ha/año</b>
<b>Preparadores de suelo</b>	Arado de vertedera Keverland	5 cuerpos	12	300
	Semichisel Tacias	32 brazos, 6m	8	65
	Conjunto (cultivador + rodillo) Talleres Mur	4 m	11	335
	Cultivador Sial	15 brazos, 4 m	20	30
	Cultivador de girasol s/m	5 brazos	17	30
<b>Abonadora</b>	Amazone	Discos, 2000 kg	2	500
<b>Sembradoras</b>	Solá	Chorrillo, 4 m	8	280
<b>Pulverizador</b>	Hardi	1500 l, 12 m	8	280

**Tabla I.25:** Relación de otros materiales de la explotación 6.

<b>Otros</b>	<b>Características</b>	<b>Edad (años)</b>
Remolque Santamaría	14000 kg	15
Remolque Santamaría	16000 kg	9

**Tabla I.26:** Relación de edificios de la explotación 6.

<b>Tipo de Edificio</b>	<b>Material de construcción</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
Almacén grano + garaje	Paredes de hormigón armado y tejado de láminas de fibrocemento	640

## Explotación 7: 508,4 hectáreas

**Tabla I.27:** Relación de tractores de la explotación 7.

Tractores	Características	Edad (años)	Horas/Año
John Deere 3650	120 cv	16	350
Fendt Favorit 816	161 cv	10	920
Fendt Favorit 926	260 cv	7	800

**Tabla I.28:** Relación de aperos de la explotación 7.

Tipo de Maquinaria	Marca	Características	Edad (años)	ha/año
Preparadores de suelo	Subsulador Jympa	7 brazos	11	100
	Chisel Fayser	15 brazos	8	150
	Grada Keverland	4,5 m	9	50
	Cultivador Sial	5,6 m	7	200
Abonadora	Keverland TS-XL	Discos, 3000 kg	10	1000
Sembradoras	Keverland Accord	Neumática, 5m	10	200
	Semeato TDNG 420 SD	Siembra directa, 4,5 m	2	250
	Nodet	7 cuerpos	12	35
Pulverizador	Tecnoma	3000 l, 22 m	1	750

**Tabla I.29:** Relación de maquinaria para la recolección de la explotación 7.

Recolección	Características	Edad (años)	ha/año
Cosechadora Class Medion 310	5,2 m de corte	3	500

**Tabla I.30:** Relación de otros materiales de la explotación 7.

Otros	Características	Edad (años)
Remolque	10000 kg	28
Remolque	17000 kg	17

**Tabla I.31:** Relación de edificios de la explotación 7.

Tipo de Edificio	Material de construcción	m <sup>2</sup>
Almacén grano	Paredes de hormigón armado y ladrillo enlucido de cemento y tejado de láminas de fibrocemento	400
Garaje	Paredes de hormigón armado y de ladrillo enlucidas de cemento y tejado de láminas de fibrocemento.	350
Almacén grano	Paredes de bloque y tejado de láminas de chapa	420

## **ANEJO II:**

### **MÉTODOS DE CULTIVO Y TRATAMIENTOS DE CADA EXPLOTACIÓN**



## **ANEJO II: METODOS DE CULTIVO Y TRATAMIENTOS DE CADA EXPLOTACIÓN.**

En las siguientes tablas (II.1-II.10) se muestran el cultivo, variedades, superficie, dosis de siembra, abonado y fitosanitarios de las explotaciones en los dos años de referencia estudiados.

**Tabla II.1:** Métodos de cultivo de la explotación 1 en los años agrícolas 2006/2007 y 2007/2008.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
1	2006/2007	<i>Trigo -Marius</i>	31	200	8-24-8 NAC 27% Purín <sup>1</sup>	300 220 30000	Clorosulfurón 75% 2,4 D	20 g/ha 0,25 l/ha
		<i>Cebada -Scarlett</i>	42,2	180	8-24-8 NAC 27%	300 220	Clorosulfurón 75% 2,4 D	20 g/ha 0,25 l/ha
		<i>Barbecho</i>	11	-	-	-	Glifosato	2 l/ha
	2007/2008	<i>Cebada - Scarlett</i>	67	190	8-24-8 NAC 27%	300 220	Clorosulfurón 75% 2,4 D	20 g/ha 0,25 l/ha
		<i>Girasol - Pr64 A14</i>	13	4	-	-	-	-
		<i>Barbecho</i>	4,2	-	-	-	Glifosato	2 l/ha

<sup>1</sup> Purín: la riqueza estimada para el purín según ITG Ganadero para cerdo de cebo con tolvas en húmedo es de N:8,14 kg/m<sup>3</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:6,25 kg/m<sup>3</sup>, K<sub>2</sub>O: 4,64 kg/m<sup>3</sup>. (Abaigar et al. 2004).

**Tabla II.2:** Métodos de cultivo de la explotación 2 en los años agrícolas 2006/2007 y 2007/2008.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
2	2006/2007	Trigo -Craklin	70,5	200	9-18-9 NAC 27%	330 260	Tribenurón metil 75% 2,4 D Glifosato	15 g/ha 0,33 l/ha 1,5 l/ha
		Cebada - Volley - Montage -Scarlett	53,4 18,69 8,01 26,7	190	9-18-9 NAC 27%	330 260	Tribenurón metil 75% 2,4 D Glifosato	15 g/ha 0,33 l/ha 1,5 l/ha
		Girasol - Jazzy - Pr64 A14	25 12 13	3,5	-	-	-	-
		Colza - Kanela	1,5	8	9-18-9 NAC 27%	330 260	Glifosato	1,5 l/ha
	2007/2008	Trigo -Craklin	22,5	200	9-18-9 NAC 27%	330 260	Tribenurón metil 75% 2,4 D Glifosato	15 g/ha 0,33 l/ha 1,5 l/ha
		Cebada - Volley - Scarlett	95,72 47,86 47,86	190	9-18-9 NAC 27%	330 260	Tribenurón metil 75% 2,4 D Glifosato	15 g/ha 0,33 l/ha 1,5 l/ha
		Girasol -Jazzy -Pr64 A14	30 10 20	3,5	-	-	-	-
		Colza -Kanela	2,18	8	9-18-9 NAC 27%	330 260	Glifosato	1,5 l/ha

**Tabla II.3:** Métodos de cultivo de la explotación 3 en los años agrícolas 2006/2007 y 2007/2008.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
3	2006/2007	<i>Trigo</i> - <i>Marius</i>	95,1	200	8-24-8 NAC 27%	300 275	2,4 D Metil pirimifos	1 l/ha 180 g/ha
		<i>Cebada</i> - <i>Volley</i>	25,1	190	8-24-8 NAC 27%	300 275	2,4 D Metil pirimifos	1 l/ha 180 g/ha
		<i>Girasol</i> - <i>Campero</i>	52	4	-	-	-	-
		<i>Barbecho</i>	10	-	-	-	-	-
	2007/2008	<i>Trigo</i> - <i>Marius</i>	65,2	200	5-10-8 8-24-8 NAC 27%	250 300 250	2,4 D Metil pirimifos	1 l/ha 180 g/ha
		<i>Cebada</i> - <i>Volley</i>	45	190	8-24-8 NAC 27%	300 275	2,4 D Metil pirimifos	1 l/ha 180 g/ha
		<i>Girasol</i> - <i>Campero</i>	62	4	-	-	-	-
		<i>Barbecho</i>	10	-	-	-	-	-

**Tabla II.4:** Métodos de cultivo de la explotación 4 en el año agrícola 2006/2007.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
4	2006/2007	<i>Trigo</i> - <i>Marius</i> - <i>Berdún</i>	60,8 23,12 37,65	200	9-25-7 Amonitro 32%	215 220	Clorosulfurón 75% Clortoruron Tribenurón metil 75% 2,4 D	20 g/ha 1,5 l/ha 15 g/ha 0,5 l/ha
		<i>Cebada</i> - <i>Naturel</i> - <i>Scarlett</i>	28,5 2,18 26,31	190	9-25-27 Amonitro 32%	215 220	Tribenurón metil 75% 2,4 D	15 g/ha 0,5 l/ha
		<i>Triticale</i> - <i>Tricolor</i>	32,2	150	9-25-7 Amonitro 32%	215 220	Clorosulfurón 75% Clortoruron	20 g/ha 1,5 l/ha
		<i>Girasol</i> - <i>Sambro</i>	67,9	4	-	-	-	-
		<i>Guisantes</i> - <i>Iceberg</i>	14,7	160	-	-	-	-
		<i>Colza</i> - <i>Kanela</i>	4	8	-	-	-	-
		<i>Esparceta</i>	3,2	140	-	-	-	-
		<i>Barbecho</i>	38,2	-	-	-	-	-

**Tabla II.5:** Métodos de cultivo de la explotación 4 en el año agrícola 2007/2008.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
4	2007/2008	<i>Trigo</i> - <i>Berdun</i>	58,9	200	8-15-15 Sulfonitro 26% Purín <sup>1</sup>	330 280 35000	Clorosulfurón 75% Clortoruron Tribenurón metil 75% 2,4 D	12 g/ha 1,5 l/ha 12 g/ha 0,5 l/ha
		<i>Cebada</i> - <i>Naturel</i> - <i>Scarlett</i>	51,7 26,5 25,2	190	8-15-15 Sulfonitro 26%	330 280	Tribenurón metil 75% 2,4 D	12 g/ha 0,5 l/ha
		<i>Triticale</i> - <i>Tricolor</i>	24,9	150	8-15-15 Sulfonitro 26%	330 280	Clorosulfurón 75% Clortoruron	12 g/ha 1,5 l/ha
		<i>Girasol</i> - <i>Sambro</i>	57,4	4	-	-	-	-
		<i>Guisantes</i> - <i>Iceberg</i>	15,7	160	-	-	-	-
		<i>Barbecho</i>	35,9	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Purín: la riqueza estimada para el purín según ITG Ganadero con tolvas en húmedo es de N: 8,14 kg/m<sup>3</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 6,25 kg/m<sup>3</sup>, K<sub>2</sub>O: 4,64 kg/m<sup>3</sup> (Abaigar et al. 2004).

**Tabla II.6:** Métodos de cultivo de la explotación 5 en el año agrícola 2006/2007.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
5	2006/2007	<i>Trigo</i> - <i>Marius</i> - <i>Berdun</i>	110,9 80,8 30,1	200	8-24-8 NAC 27%	330 270	Clorosulfuron 75% Clortoluron 2,4 D Metil pirimifos Glifosato	20 g/ha 2 l/ha 0,5 l/ha 5 g/ha 2 l/ha
		<i>Cebada</i> - <i>Esterel</i> - <i>Montage</i>	61,8 25,2 36,6	180	8-15-15 NAC 27% Estiércol <sup>1</sup>	300 260 30000	Clortoluron 2,4 D Metil pirimifos	2 l/ha 0,5 l/ha 5 g/ha
		<i>Centeno</i> - <i>Petkus</i> - <i>Giganton</i>	31,5 28,6 2,9	180	8-15-15 NAC 27%	300 250	Metil pirimifos	1 g/ha
		<i>Girasol</i> - <i>Krisol</i>	29,2	4	-	-	-	-
		<i>Guisantes</i> - <i>Iceberg</i>	4,8	150	-	-	Metil pirimifos	1 g/ha
		<i>Centeno</i> <i>Forraje</i> - <i>Gigantón</i>	12	200	8-15-15 NAC 27%	200 350	-	-
		<i>Pastizal</i>	0,5	-	-	-	-	-
		<i>Barbecho</i>	52,1	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Estiércol: La riqueza estimada para el estiércol de ovino es de N:3,4 kg/m<sup>3</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 1,3kg/m<sup>3</sup>, K<sub>2</sub>O: 4,5 kg/m<sup>3</sup> (Esteban 2003b)

**Tabla II.7:** Métodos de cultivo de la explotación 5 en el año agrícola 2007/2008.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
5	2007/2008	<i>Trigo</i> - <i>Marius</i> - <i>Berdun</i>	127,8 77,2 50,6	200	8-24-8 NAC 27%	300 300	Clorosulfuron 75% Clortoluron 2,4 D Metil pirimifos Glifosato	20 g/ha 2 l/ha 0,5 l/ha 5 g/ha 2 l/ha
		<i>Cebada</i> - <i>Esterel</i> - <i>Montage</i> - <i>Maraca</i> - <i>Epona</i> - <i>Carat</i>	52,9 20,1 15,2 5,2 10 2,4	180	8-15-15 NAC 27% Estiércol <sup>1</sup>	350 250 30000	Clortoluron 2,4 D Metil pirimifos	2 l/ha 0,5 l/ha 5 g/ha
		<i>Centeno</i> - <i>Gigantón</i>	2,9	180	8-24-8 NAC 27%	250 250	Metil pirimifos	1 g/ha
		<i>Avena</i> - <i>Blancanieves</i>	6,1	180	8-15-15 NAC 27%	250 250	Clortoluron 2,4 D Metil pirimifos	1 l/ha 0,5 l/ha 1 g/ha
		<i>Girasol</i> - <i>Krisol</i>	39,3	4	-	-	-	-
		<i>Centeno forraje</i> - <i>Gigantón</i>	12	200	8-15-15 NAC 27%	200 350	-	-
		<i>Pastizal</i>	0,5	-	-	-	-	-
		<i>Barbecho</i>	60,4	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Estiércol: La riqueza estimada para el estiércol de ovino es de N: 3,4 kg/m<sup>3</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 1,3 kg/m<sup>3</sup>, K<sub>2</sub>O: 4,5 kg/m<sup>3</sup> (Esteban 2003b)



**Tabla II.8:** Métodos de cultivo de la explotación 6 en los años agrícolas 2006/2007 y 2007/2008.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
6	2006/2007	<i>Trigo - Marius</i>	280	200	8-24-8 NAC 27% Purín <sup>1</sup>	300 280 30000	Clorosulfuron 75% Clortoluron 2,4 D	15 g/ha 1.25 l/ha 1,5 l/ha
		<i>Barbecho</i>	85	-	-	-	-	-
	2007/2008	<i>Trigo - Marius</i>	245		8-24-8 NAC 27%	300 280	Clorosulfuron 75% Clortoluron 2,4 D	15 g/ha 1.25 l/ha 1,5 l/ha
		<i>Girasol - Sambro</i>	35	4	-	-	-	-
		<i>Barbecho</i>	85	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Purín: la riqueza estimada para el purín según ITG Ganadero con tolvas en húmedo es de N: 8,14 kg/m<sup>3</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 6,25 kg/m<sup>3</sup>, K<sub>2</sub>O: 4,64 kg/m<sup>3</sup> (Abaigar et al. 2004).

**Tabla II.9:** Métodos de cultivo de la explotación 7 en el año agrícola 2006/2007.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
7	2006/2007	<i>Trigo</i> - <i>Marius</i>	43,8	200	8-24-8 NAC 27%	260 200	Tribenurón metil 75% 2,4 D Glifosato	20 g/ha 0.75 l/ha 2 l/ha
		<i>Cebada</i> - <i>Esterel</i> - <i>Volley</i> - <i>Scarlett</i>	238,1 44 110,1 84	180	8-24-8 NAC 27%	250 200	Tribenurón metil 75% 2,4 D Glifosato	20 g/ha 0.75 l/ha 2 l/ha
		<i>Centeno</i> - <i>Petkus</i>	36,7	180	8-24-8 NAC 27%	225 200	Glifosato	2 l/ha
		<i>Girasol</i> - <i>Sambro</i> - <i>Pr64 A14</i>	35,5 24,2 11,3	4	-	-	-	-
		<i>Guisantes</i> - <i>Forum</i>	60,8	150	-	-	Glifosato	2 l/ha
		<i>Barbecho</i>	93,5	-	-	-	-	-

**Tabla II.10:** Métodos de cultivo de la explotación 7 en el año agrícola 2007/2008.

Explotación	Año Agrícola	Cultivo	Superficie (ha)	Dosis de siembra (kg/ha)	Abonado		Fitosanitarios	
					Compuesto (NPK)	Dosis (kg/ha)	Materia activa	Dosis (l/ha; g/ha)
7	2007/2008	<i>Trigo</i> - <i>Marius</i>	54,45	200	8-24-8 NAC 27%	250 200	Tribenurón metil 75% 2,4 D Glifosato	20 g/ha 0.75 l/ha 2 l/ha
		<i>Cebada</i> - <i>Esterel</i> - <i>Volley</i> - <i>Scarlett</i>	307,47 25,3 164,3 117,87	180	8-24-8 NAC 27%	240 200	Tribenurón metil 75% 2,4 D Glifosato	20 g/ha 0.75 l/ha 2 l/ha
		<i>Centeno</i> - <i>Petkus</i>	40,51	180	11-48-0 NAC 27%	50 200	Glifosato	2 l/ha
		<i>Girasol</i> - <i>Pr64 A14</i>	43,24	4	-	-	-	-
		<i>Guisantes</i> - <i>Iceberg</i>	18,34	150	-	-	Glifosato	2 l/ha
		<i>Barbecho</i>	49,63	-	-	-	-	-

**ANEJO III:**  
**CLIMATOLOGÍA**

### **ANEJO III: CLIMATOLOGÍA. ESTUDIO CLIMÁTICO HISTÓRICO DE SORIA.**

El clima es un conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan una región.

Las variables principales del clima son: radiación solar, temperatura, régimen pluviométrico, presión barométrica, vientos, humedad y los factores geográficos más importantes que afectan al clima son: latitud, altitud, distribución de los continentes, corrientes oceánicas y barreras montañosas.

Dominan tres zonas climáticas que son la Cálida (clima tropical, ecuatorial y desértico), la Templada (clima marítimo, continental y mediterráneo) y la Fría (clima de montaña y polar).

Los datos corresponden al observatorio meteorológico del CEDER-Ciemat, situado en a 1100 metros de altitud y coordenadas: 41° 36' Norte y 2° 30' respecto al meridiano de Greenwich. Los datos se del estudio se han recogido en un periodo de 15 años

#### **III.1 Radiación solar**

La radiación emitida por el Sol es la energía que llega a la superficie de la tierra proveniente del sol con una intensidad de 2 cal/cm<sup>2</sup> y minuto. De toda la energía que llega a la superficie de las tierras, solo del 1 al 2% es utilizada por las plantas para realizar la fotosíntesis.

El observatorio del CEDER no dispone de piranómetro para medir directamente la radiación, por lo que se utiliza la siguiente fórmula empírica:

$$R_s = R_a \cdot \left( a + b \cdot \frac{n}{N} \right)$$

- $R_s$ = radiación global a nivel del suelo
- $R_a$ = radiación global extraterrestre (tabulado en función de la latitud)
- $n/N$  es la fracción de insolación siendo

$n$  = nº horas de sol despejado del mes, midiéndose con el heliógrafo.

$N$  = horas de sol máximas posibles.

-a y b son valores constantes siendo  $a= 0'29 \cos\alpha$  y  $b= 0'58$ . Estos valores son según Argot

En la tabla III.1.1 se muestran los valores de la radiación solar a nivel del suelo y en la tabla III.1.2 el número de horas de sol

**Tabla III.1.1:** Valores de la radiación global a nivel del suelo.

Meses	Nº horas / día	$R_a$ [cal/(cm <sup>2</sup> *hora)]	Nº hora/día	$R_s$ [cal/(cm <sup>2</sup> *hora)]
<b>Enero</b>	4,40	350	9,6	170,04
<b>Febrero</b>	6,22	481	10,7	268,00
<b>Marzo</b>	6,88	662	12,0	365,70
<b>Abril</b>	7,34	826	13,3	446,11
<b>Mayo</b>	8,31	942	14,5	520,36
<b>Junio</b>	10,07	985	15,1	597,69
<b>Julio</b>	11,00	956	14,7	625,23
<b>Agosto</b>	10,14	852	13,8	550,54
<b>Septiembre</b>	7,73	700	12,5	405,07
<b>Octubre</b>	5,59	523	11,0	269,21
<b>Noviembre</b>	4,93	375	9,8	191,91
<b>Diciembre</b>	3,91	309	9,8	139,49

**Tabla III.1.2:** Número de horas de sol.

<b>Meses</b>	<b>Hora de sol cada mes</b>	<b>Rs</b>
<b>Enero</b>	136,40	170,04
<b>Febrero</b>	174,16	268,00
<b>Marzo</b>	213,28	365,70
<b>Abril</b>	220,20	446,11
<b>Mayo</b>	257,61	520,36
<b>Junio</b>	302,10	597,69
<b>Julio</b>	341,00	625,23
<b>Agosto</b>	314,34	550,54
<b>Septiembre</b>	213,90	405,07
<b>Octubre</b>	173,29	269,21
<b>Noviembre</b>	147,90	191,91
<b>Diciembre</b>	121,21	139,49

Como se puede ver los meses que más horas de sol reciben son junio, julio y agosto coincidiendo con los meses de verano que es cuando los rayos de sol dan perpendicular a la Tierra en estas latitudes y además también coincide con la mayor cantidad de radiación del sol.

Los meses de enero, noviembre y diciembre coincidiendo con el final del otoño y la mayor parte del invierno, son los meses que los rayos del sol inciden con menor perpendicularidad y también los meses de menor radiación solar.

### **III.2 Elementos termométricos**

Los datos tomados del observatorio son la temperatura máxima absoluta ( $T_{ma}$ ), la media de las máximas ( $T_{mm}$ ), la media mensuales ( $t_m$ ), las mínimas absolutas ( $t_{ma}$ ), la media de las mínimas ( $t_{mm}$ ), la temperatura media de máximas absolutas ( $T_{mma}$ ), la temperatura media de mínimas absolutas ( $t_{mma}$ ).

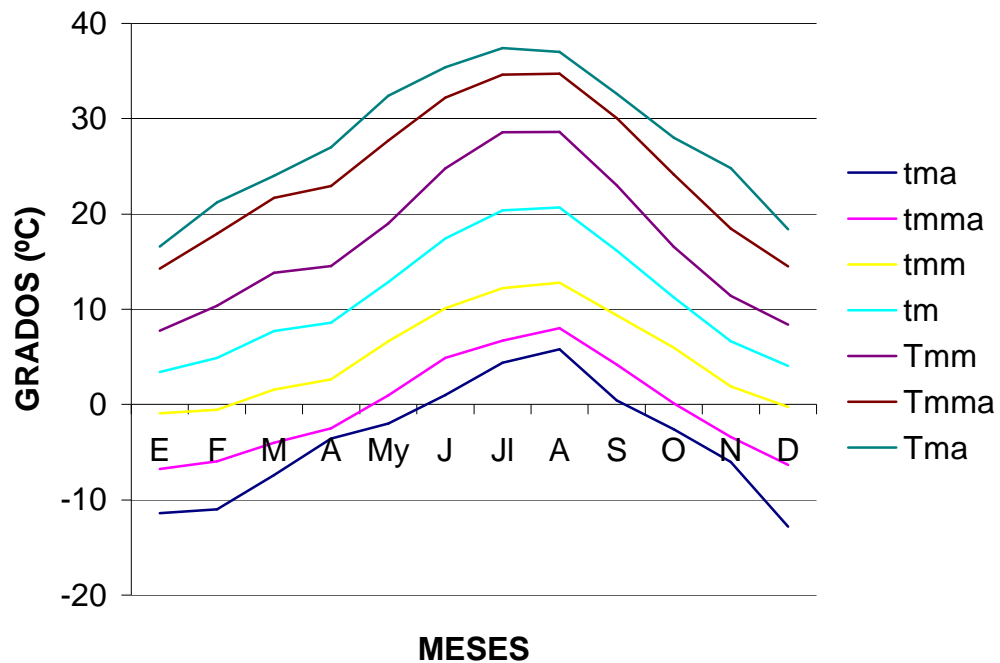
Como se puede observar en la tabla III.2.1 se indican las temperaturas anteriormente

citadas y en la figura 7 se muestran de forma comparativa.

**Tabla III.2.1:** Valores termométritos.

Meses	tma	tmma	tmm	tm	Tmm	Tmma	Tma
<b>Diciembre</b>	-12,80	-6,32	-0,25	4,06	8,37	14,52	18,40
<b>Enero</b>	-11,40	-6,75	-0,93	3,40	7,74	14,28	16,60
<b>Febrero</b>	-11,00	-5,94	-0,57	4,90	10,37	17,93	21,20
<b><u>Invierno</u></b>	<b>-11,73</b>	<b>-6,34</b>	<b>-0,58</b>	<b>12,95</b>	<b>26,48</b>	<b>15,58</b>	<b>18,70</b>
<b>Marzo</b>	-7,40	-4,01	1,55	7,70	13,85	21,68	24,00
<b>Abril</b>	-3,60	-2,52	2,65	8,59	14,53	22,91	27,00
<b>Mayo</b>	-2,00	0,96	6,62	12,85	19,02	27,69	32,4
<b><u>Primavera</u></b>	<b>-4,30</b>	<b>-1,86</b>	<b>3,61</b>	<b>9,72</b>	<b>15,82</b>	<b>24,09</b>	<b>27,80</b>
<b>Junio</b>	1,00	4,88	10,11	17,43	24,75	32,19	35,40
<b>Julio</b>	4,40	6,69	12,23	20,39	28,55	34,62	37,40
<b>Agosto</b>	5,80	8,02	12,78	20,68	28,59	34,73	37,00
<b><u>Verano</u></b>	<b>3,73</b>	<b>6,53</b>	<b>11,71</b>	<b>19,50</b>	<b>27,29</b>	<b>33,85</b>	<b>36,60</b>
<b>Septiembre</b>	0,40	4,18	9,35	16,17	22,99	30,03	32,60
<b>Octubre</b>	-2,60	0,12	5,97	11,26	16,55	24,11	28,00
<b>Noviembre</b>	-6,00	-3,41	1,89	6,64	11,40	18,48	24,80
<b><u>Otoño</u></b>	<b>-2,70</b>	<b>0,89</b>	<b>5,74</b>	<b>11,36</b>	<b>16,98</b>	<b>24,21</b>	<b>28,40</b>





**Figura 8:** Gráfico comparativo de las temperaturas.

## FOTOTEMPERATURA Y NICTOTEMPERATURA

### FOTOTEMPERATURA

Representa el valor medio de la temperatura diurna. Para calcularlo se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Fototemperatura} = T_{mm} - \frac{1}{4}(T_{mm} - t_{mm})$$

### NICTOTEMPERATURA

Representa el valor medio de la temperatura nocturna. Para calcularlo se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{Nictotemperatura} = t_{mm} + \frac{1}{4}(T_{mm} - t_{mm})$$

En la tabla III.2.2 se muestran la fototemperatura y la nictotemperatura.

**Tabla III.2.2:** Fototemperatura y nictotemperatura.

	<b>Fototemperatura (°C)</b>	<b>Nictotemperatura (°C)</b>
<b>Enero</b>	5,57	1,24
<b>Febrero</b>	7,64	2,17
<b>Marzo</b>	10,78	4,63
<b>Abril</b>	11,56	5,62
<b>Mayo</b>	15,97	9,74
<b>Junio</b>	21,09	13,77
<b>Julio</b>	24,47	16,31
<b>Agosto</b>	24,64	16,73
<b>Septiembre</b>	19,58	12,76
<b>Octubre</b>	13,91	8,62
<b>Noviembre</b>	9,02	4,27
<b>Diciembre</b>	6,22	1,91

Como se puede apreciar la fototemperatura y la nictotemperatura son mas bajas en los meses de menos horas de sol, es decir, en los meses de invierno y donde más fototemperatura y más nictotemperatura hay es en los meses de verano que coincide con los meses que más horas de sol tienen.

## INTEGRAL TERMICA

Se calcula para cada mes y el total del año medio para obtener una idea aproximada de los cultivos que se pueden sembrar en la zona de estudio; ya que cada cultivo necesita una cantidad de calor determinada desde su siembra hasta su recolección.

El cálculo de la integral térmica, se realiza aplicando la siguiente expresión:

$$\text{Integral Térmica} = \sum \text{tm} \times \text{n}^\circ \text{ días del mes}$$

Su cálculo se realiza mes a mes para todo el año y posteriormente se realiza el sumatorio. En la tabla III.2.3, se exponen los valores de la integral térmica de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\int_1^{12} \text{Térmica anual} = \sum_1^{12} \text{tm} \times n = 4092,64$$

**Tabla III.2.3:** Integral térmica.

Mes	Nº días del mes	Temperatura media	Integral térmica
<b>Enero</b>	31	3,40	105,4
<b>Febrero</b>	28	4,90	137,2
<b>Marzo</b>	31	16,17	238,7
<b>Abril</b>	30	11,26	257,7
<b>Mayo</b>	31	6,64	398,3
<b>Junio</b>	30	17,43	522,9
<b>Julio</b>	31	20,39	632,1
<b>Agosto</b>	31	20,68	641,1
<b>Septiembre</b>	30	7,70	485,1
<b>Octubre</b>	31	8,59	349,1
<b>Noviembre</b>	30	12,85	199,2
<b>Diciembre</b>	31	4,06	125,9
		Total integral térmica	4092,6

Como se puede observar, esta es mayor cuanto mayor sea la temperatura media, por tanto los meses de verano son cuando mayor integral térmica hay, sobre todo en julio (628,06) y agosto (616,59), y es menor en los meses de invierno, sobre todo en enero (115,63) y diciembre (121,83).

## REGIMEN DE HELADAS

En la tabla III.2.4 se muestran los datos relativos al régimen de heladas. Cabe destacar que el 1993 fue uno de los años con las temperaturas mas bajas de los últimos quince años.

**Tabla III.2.4:** Régimen de heladas.

Meses	Heladas medias ( nº de días)	Temperaturas mínimas		Periodo de heladas		
		Grados	Fecha	Año agrícola	Año medio normal	Extremo
<b>Enero</b>	19	-11,4	1994	<b>Primera helada</b>	19 octubre	6 Octubre
<b>Febrero</b>	16	-11,0	1993			
<b>Marzo</b>	10	-7,4	1993			
<b>Abril</b>	6	-3,6	1999	<b>Ultima helada</b>	9 Mayo	13 Mayo
<b>Mayo</b>	0,3	-2,0	2001			
<b>Junio</b>	0	1,0	1992			
<b>Julio</b>	0	4,4	93/04	<b>Periodo de heladas</b>	202 Días	219 Días
<b>Agosto</b>	0	5,8	1993			
<b>Septiembre</b>	0	0,4	1993			
<b>Octubre</b>	1	-2,6	1991	<b>Periodo libre de heladas</b>	163 Días	146 Días
<b>Noviembre</b>	9	0,6	2004			
<b>Diciembre</b>	17	-12,8	2001			

### III.3 Elementos hídricos

La lluvia es el factor más limitante para la agricultura de secano, ya que interviene en casi todos los procesos de las plantas como la fotosíntesis, la absorción de nutrientes por las raíces, etc.

En la tabla III.3.1 se pueden observar los elementos hídricos:

**Tabla III.3.1:** Elementos hídricos.

Meses	Nº días lluvia	Precip media mensual	Lluvia máx. día	Nº días lluvia inaprecia.	Nº días de nieve	Humedad relativa
<b>Enero</b>	9	43,09	12,69	3	5	77,33
<b>Febrero</b>	6	25,79	9,88	2	4	68,73
<b>Marzo</b>	8	31,87	11,65	2	2	62,20
<b>Abril</b>	10	51,43	15,12	2	2	62,07
<b>Mayo</b>	12	65,24	22,57	2	0	61,53
<b>Junio</b>	7	36,92	15,79	1	0	54,20
<b>Julio</b>	7	33,99	16,60	1	0	50,07
<b>Agosto</b>	7	37,22	17,07	0,6	0	52,13
<b>Septiembr</b>	10	38,69	14,13	2	0	61,13
<b>Octubre</b>	14	67,03	17,30	2	0	71,67
<b>Noviembre</b>	11	48,89	13,24	2	2	74,73
<b>Diciembre</b>	11	47,75	13,24	3	3	78,27
<b>Precipitación media anual</b>		527,91				

Precipitación medida en mm = l/m<sup>2</sup>

Los meses que más precipitación hay son octubre (67,03 mm) y mayo (65,24 mm). También se aprecia que en los meses que menos precipitación hay son febrero (25,79 mm), julio (33,99 mm) y junio (36,92 mm).

Respecto a la nieve se puede afirmar que el mes que más nieva es enero con 5 días seguido de marzo, abril y noviembre con 2 días, y en los demás de meses no nieva. Se observa que nieva la mitad de los meses, y la temporada de nevadas va de noviembre a abril.

Los meses de mayor humedad relativa son los de invierno.

En la tabla III.3.2 se puede observar la lluvia máxima absoluta y en el año que se produjo.

**Tabla III.3.2:** Lluvia máxima absoluta.

<b>Meses</b>	<b>Lluvia máxima absoluta</b>	<b>Año</b>
Enero	29,1	1999
Febrero	38,4	2003
Marzo	22,6	2001
Abril	40,2	1991
Mayo	59,9	1993
Junio	47,8	1999
Julio	50,3	1997
Agosto	69,3	1995
Septiembre	35,4	2003
Octubre	29,8	1993
Noviembre	30,3	1997
Diciembre	26,3	1997

De esta tabla se puede destacar que el año 1997 el más lluvioso.

### **III.4 Elementos secundarios**

#### **VIENTOS**

En la tabla III.4.1 figura la velocidad media máxima del viento para los diferentes meses así como la dirección media.

**Tabla III.4.1:** velocidad y dirección media máxima del viento

<b>Meses</b>	<b>Velocidad media máxima (km/hora)</b>	<b>Dirección media máxima (grados)</b>
<b>Enero</b>	62,85	252,9
<b>Febrero</b>	65,50	226,4
<b>Marzo</b>	62,93	179,3
<b>Abril</b>	67,50	247,1
<b>Mayo</b>	65,79	242,1
<b>Junio</b>	58,86	183,6
<b>Julio</b>	69,64	218,6
<b>Agosto</b>	64,71	236,4
<b>Septiembre</b>	60,21	210,0
<b>Octubre</b>	64,21	240,7
<b>Noviembre</b>	68,21	230,7
<b>Diciembre</b>	72,00	247,9

Con estos datos se puede decir que la velocidad media máxima es para casi todos los meses la misma y la dirección media máxima suele ser NW (noroeste) y del SW (suroeste) para casi todos los meses.

## OTROS ELEMENTOS

En la tabla III.4.2, se muestran los días de nieve, granizo, rocío, escarcha y niebla, y en la tabla III.4.3 los días de tormenta, de cielo despejado, de cielo nuboso y de cielo cubierto.

**Tabla III.4.2:** días de nieve, granizo, rocío, escarcha y niebla.

<b>Meses</b>	<b>Nieve</b>	<b>Granizo</b>	<b>Rocío</b>	<b>Escarcha</b>	<b>Niebla</b>
<b>Enero</b>	5	0	3	11	4
<b>Febrero</b>	4	0	3	10	2
<b>Marzo</b>	2	0,5	5	6,5	1
<b>Abril</b>	2	1,5	5	4	1
<b>Mayo</b>	0	2	10	0,5	1,5
<b>Junio</b>	0	1	12	0	1
<b>Julio</b>	0	0,5	9	0	1
<b>Agosto</b>	0	1	11	0	0
<b>Septiembre</b>	0	0,5	13	0	1
<b>Octubre</b>	0	0	13	1,5	2
<b>Noviembre</b>	2	0	6	7	2
<b>Diciembre</b>	3	0	3	10,5	5

**Tabla III.4.3:** Días de tormenta, de cielo despejado, de cielo nuboso y de cielo cubierto.

<b>Meses</b>	<b>Tormenta</b>	<b>Cielo Despejado</b>	<b>Cielo nuboso</b>	<b>Cielo cubierto</b>
<b>Enero</b>	0	4	15	12
<b>Febrero</b>	0	5	16	7
<b>Marzo</b>	0,5	7	15	9
<b>Abril</b>	1	3	17,5	9,5
<b>Mayo</b>	4,5	2	20	9
<b>Junio</b>	4,5	5	20	5
<b>Julio</b>	4	8	20	3
<b>Agosto</b>	5	6	22	3
<b>Septiembre</b>	3	4,5	19	6,5
<b>Octubre</b>	1	2,5	17	11,5
<b>Noviembre</b>	0	5	15	10
<b>Diciembre</b>	0	4	14	13



### **III.5 Índices termopubliométricos**

#### **BLANEY-CRIDDLE**

A partir de valores de iluminación (p) y temperatura (t), se calcula la evapotranspiración de referencia ( $ET_0$ ) o facto de uso consultivo (f).

$$f = ET_0 = p (0,46tm + 8,13)$$

Si a esta evapotranspiración de referencia le aplicamos un coeficiente de consumo ( $K_c$ ), distinto para cada cultivo. Este coeficiente es constante para el periodo vegetativo, obteniéndose la evapotranspiración de cultivo ( $ET_c$ ).

$$ET_c = K_c \times ET_0$$

En la tabla III.5.1 se puede ver la evapotranspiración según Blaney-Cridle y también la evapotranspiración para el cultivo del cereal.

La FAO propone una corrección de esta  $ET_0$  de referencia utilizando para ello la humedad relativa, la insolación y la velocidad del viento. Se ha considerado  $K_c = 0,5$  correspondiente al cereal, que es el cultivo mas representativo de las explotaciones de estudio.

**Tabla III.5.1:** Valores de  $ET_o$  y  $ET_c$ 

Mes	$ET_o$ (mm)	$ET_c$
Enero	2,03	1,01
Febrero	2,49	1,25
Marzo	3,15	1,57
Abril	3,62	1,81
Mayo	4,63	2,32
Junio	5,49	2,75
Julio	5,78	2,89
Agosto	5,47	2,73
Septiembre	4,36	2,18
Octubre	3,33	1,66
Noviembre	2,46	1,23
Diciembre	2,10	1,05
<b><math>ET_o</math> total(mm)</b>	<b><u>44,91</u></b>	

## THORNTHWAITE

Para su cálculo se utilizan los datos meteorológicos de la temperatura media del mes ( $t_m$ ) y la iluminación. La expresión utilizada es:

$$e' = 16 \cdot \left( \frac{10t_m}{I} \right)^a$$

Que se corrige con el factor L que varía según la latitud y el mes:

$$E = e' \times L$$

En la tabla III.5.2 se muestran los siguientes valores.

**Tabla III.5.2:** Valores de  $e'$  y  $e$ 

<b>Mes</b>	<b><math>e'</math> (mm/mes)</b>	<b><math>e</math> (mm/mes)</b>
<b>Enero</b>	11,40	9,46
<b>Febrero</b>	17,68	14,67
<b>Marzo</b>	30,41	31,32
<b>Abril</b>	34,67	38,48
<b>Mayo</b>	56,22	70,27
<b>Junio</b>	81,06	102,14
<b>Julio</b>	97,84	124,25
<b>Agosto</b>	99,51	118,42
<b>Septiembre</b>	74,08	77,04
<b>Octubre</b>	47,98	46,06
<b>Noviembre</b>	25,46	20,87
<b>Diciembre</b>	14,11	11,28

## BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico es la diferencia entre la precipitación media de cada mes y la ETP. En los meses en los que sea negativo, será cuando tengamos que aportar agua a los cultivos, según se ve en la tabla III.5.3.

**Tabla III.5.3:** Balance hídrico

<b>Mes</b>	<b>Balance (mm)</b>
<b>Enero</b>	33,63
<b>Febrero</b>	11,12
<b>Marzo</b>	0,55
<b>Abril</b>	12,95
<b>Mayo</b>	-5,03
<b>Junio</b>	-65,22
<b>Julio</b>	-90,26
<b>Agosto</b>	-81,20
<b>Septiembre</b>	-38,35
<b>Octubre</b>	20,97
<b>Noviembre</b>	28,02
<b>Diciembre</b>	36,47
<b>Balance anual (mm)</b>	-136,35

Como se puede ver en la tabla, el balance es negativo en el global del año y sobre todo en verano, por lo que habría que regar esos meses hasta compensar ese déficit hídrico.

### III.6 Clasificaciones climáticas

#### INDICES TERMOPLUVIOMÉTRICOS

Los índices termopluviométricos, también llamados de aridez, se basan en el valor de la precipitación. Informan del régimen hídrico de las plantas y del valor de la temperatura, pero estos índices tienen un inconveniente ya que no consideran la evolución de los elementos climáticos a lo largo del año.

Donde:  $P = \sum$  precipitaciones medias = 527,91

$T = \sum$  temperaturas medias = 11,17

D = déficit de saturación 3,51

A continuación se presenta una clasificación con distintos índices en la tabla III.6.1.

**Tabla III.6.1:** Índices termopubliométricos

Índice	Fórmula	Valor	Clasificación
Lang	$I = P/T$	47.26	Zona húmeda de estepa y sabana
Martone	$I = P/(T+10)$	24.93	Regiones de olivos y cereales
Dantin-Cereceda	$I = (T/P) \times 100$	2.11	Clima semiárido
Meyer	$I = P/D$	150.40	Clima semiárido

## CLASIFICACIONES AGROCLIMÁTICA UNESCO-FAO

En esta clasificación se consideran la temperatura, la precipitación y número de días de lluvia, y el estado higrométrico, niebla, rocío y escarcha, llegando a las siguientes conclusiones:

Mes cálido: Agosto con 20,68 °C.

Periodo cálido: Comprende los meses de julio y agosto con 20,39 °C y 20,68 °C respectivamente.

Mes frío: No presenta ningún mes una  $t_m < 0^\circ\text{C}$ . El más cercano es enero con 3,4°C.

Periodo frío: No se puede hablar de periodo frío ya que no existe ningún mes con  $t_m < 0^\circ\text{C}$ .

Mes seco: No existe ningún mes con  $p \text{ (mm)} \leq 2t$  °C.

Periodo seco: Como no hay meses secos, tampoco habrá periodo seco.

Mes húmedo: Los meses que tienen  $p \text{ (mm)} > 2t$  °C, son enero, febrero, abril, mayo, junio,

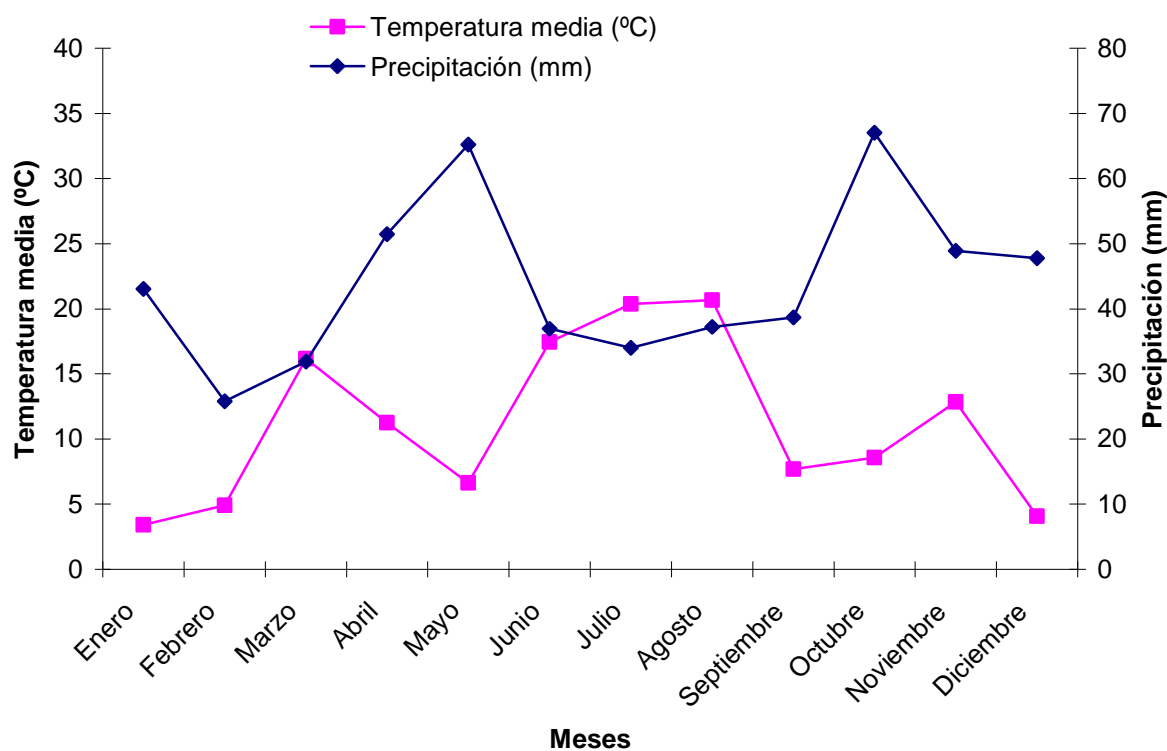
septiembre, octubre, noviembre y diciembre, aunque el mas húmedo de todos es octubre.

Periodo húmedo: El periodo húmedo está constituido por los siguientes meses: enero, febrero, abril, mayo, junio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

Mes subseco. Los meses cuya precipitación esta comprendida entre  $2t < p < 3t$ , son junio y septiembre.

Periodo subseco: No hay periodo subseco.

En la figura 8 se puede ver el diagrama ombrotérmico histórico.



**Figura 9:** Diagrama ombrotérmico histórico.

De acuerdo con las temperaturas, este clima está incluido en el grupo de los climas cálidos, templados cálidos y templados, ya que la temperatura media mensual es siempre superior a 0°C y por ello la curva térmica es siempre positiva. Se determina que es un clima templado, ya que para el mes más frío, la temperatura media mensual se encuentra entre 0°C y 10°C, y

tiene un invierno frío por tener la temperatura media de mínimas del mas frío entre  $-1^{\circ}\text{C}$  y  $-5^{\circ}\text{C}$ .

Por el periodo de sequía (entre 1 y 8 meses) se trata de un clima xérico coincidiendo con la estación cálida de días más largos por lo que es clima mediterráneo.

## **ÍNDICE XEROTÉRMICO**

Este índice indica la intensidad de la sequía durante el periodo de sequías (julio y agosto). Se calcula con la siguiente expresión:

$$X_m = [N - (n + b/2)] \times K. \text{ Donde: } N = \text{días del mes}$$

$$n = \text{días de lluvia}$$

$$K = \text{coeficiente de sequía.}$$

$$b = \text{días de lluvia} + \text{días de rocío.}$$

$$X_m \text{ julio} = [31 - (7 + 10/2)] \times 0,9 = 17,10$$

$$X_m \text{ agosto} = [31 - (7 + 11/2)] \times 0,9 = 16,65$$

$$X = \sum X_m = (17,10 + 16,65) = 33,75$$

$$\text{Por tanto } X = 33,75$$

Como el índice xerotérmico se encuentra comprendido entre 0 y 40, se puede concluir que se trata de un clima submediterráneo (transición)

**ANEJO IV:**

**RESULTADOS ENERGÉTICOS DE LAS EXPLOTACIONES EN LAS DOS  
CAMPAÑAS ESTUDIADAS**



#### **ANEJO IV: RESULTADOS ENERGÉTICOS DE LAS EXPLOTACIONES DE LAS DOS CAMPAÑAS ESTUDIADAS.**

En este anejo se muestran las tablas (IV.1 – IV.14) en las que se expresan los resultados de cada uno de los inputs y los outputs que tienen las explotaciones en MJ totales, tep totales, MJ/ha, tep/ha, Eq litro de combustible/ha para las dos campañas estudiadas. Al año agrícola 2006/2007 le corresponde las tablas IV.1 – IV.7 y al año agrícola 2007/2008 las tablas IV.8 – IV.14.

**Tabla IV.1:** Entradas y salidas de la explotación 1, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2006/2007</b>				
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	<b>EQ litro de combustible/ha</b>
<b>Combustible</b>	142.450	3,41	1691,8	0,040	47
<b>Otros productos petrolíferos</b>	1.582	0,04	18,8	0,000	1
<b>Electricidad</b>	0	0	0,0	0,000	0
<b>Fertilizantes</b>	428.134	10,2	5.084,7	0,121	142
<b>Fitosanitarios</b>	13.140	0,3	156,1	0,004	4
<b>Semillas</b>	4.000	0,1	47,5	0,001	1
<b>Maquinaria</b>	68.484	1,6	813,3	0,019	23
<b>Edificios</b>	0	0	0,0	0,000	0
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>657.790</b>	<b>15,7</b>	<b>7.812,2</b>	<b>0,186</b>	<b>219</b>
<b>Cultivos</b>	5.566.887,5	133,2	66.115,1	1,6	1.851,2
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>5.566.887</b>	<b>133,2</b>	<b>66.115,0</b>	<b>1,6</b>	<b>1.851,2</b>
<b>Balance</b>	<b>4.909.097</b>	<b>117</b>	<b>58.303,0</b>	<b>1,4</b>	<b>1.632</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 8,46</b>					

**Tabla IV.2:** Entradas y salidas de la explotación 2, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2006/2007</b>				
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	<b>EQ litro de combustible/ha</b>
<b>Combustible</b>	433.455	10,370	2.880,1	0,069	80,6
<b>Otros productos petrolíferos</b>	4.972	0,119	33,0	0,001	0,9
<b>Electricidad</b>	10.080	0,241	67,0	0,002	1,9
<b>Fertilizantes</b>	817.467	19,557	5.431,7	0,130	152,1
<b>Fitosanitarios</b>	75.580	1,808	502,2	0,012	14,1
<b>Semillas</b>	16.700	0,400	111,0	0,003	3,1
<b>Maquinaria</b>	119.004	2,847	790,7	0,019	22,1
<b>Edificios</b>	80	0,002	0,5	0,000013	0,0
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.477.338</b>	<b>35</b>	<b>9.816</b>	<b>0,2348</b>	<b>274,9</b>
<b>Cultivos</b>	19.007.316,7	454,7	126.294,5	3,02	3.536,5
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>19.007.317</b>	<b>455</b>	<b>126.294</b>	<b>3,02</b>	<b>3.536</b>
<b>Balance</b>	<b>17.529.978</b>	<b>419</b>	<b>116.478</b>	<b>2,79</b>	<b>3.262</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 12,86</b>					

**Tabla IV.3:** Entradas y salidas de la explotación 3, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2006/2007</b>				
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	<b>EQ litro de combustible/ha</b>
<b>Combustible</b>	468.050	11,20	2.568,9	0,061	72
<b>Otros productos petrolíferos</b>	5.198	0,12	28,5	0,001	1
<b>Electricidad</b>	11.520	0,28	63,2	0,002	2
<b>Fertilizantes</b>	790.329	18,907	4.337,7	0,104	121,5
<b>Fitosanitarios</b>	53.780	1,287	295,2	0,007	8,3
<b>Semillas</b>	1.456	0,035	8,0	0,000	0,2
<b>Maquinaria</b>	129.345	3,094	709,9	0,017	19,9
<b>Edificios</b>	48	0,001	0,3	0,000	0,0
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.459.726</b>	<b>35</b>	<b>8.012</b>	<b>0,19</b>	<b>224</b>
<b>Cultivos</b>	16.316.244,9	390,3	89.551,3	2,14	2.507,4
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>16.316.245</b>	<b>390</b>	<b>89.551</b>	<b>2,14</b>	<b>2.507</b>
<b>Balance</b>	<b>14.856.519</b>	<b>355</b>	<b>81.540</b>	<b>1,95</b>	<b>2.283</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 11,17</b>					

**Tabla IV.4:** Entradas y salidas de la explotación 4, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2006/2007</b>				
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	<b>EQ litro de combustible/ha</b>
<b>Combustible</b>	461.945	11,051	1.850,0	0,044	51,8
<b>Otros productos petrolíferos</b>	6.780	0,162	27,2	0,001	0,8
<b>Electricidad</b>	15.360	0,367	61,5	0,001	1,7
<b>Fertilizantes</b>	761.111	18,208	3.048,1	0,073	85,4
<b>Fitosanitarios</b>	77.073	1,844	308,7	0,007	8,6
<b>Semillas</b>	5.215	0,125	20,9	0,000	0,6
<b>Maquinaria</b>	127.259	3,044	509,6	0,012	14,3
<b>Edificios</b>	28,8	0,001	0,1	0,00	0,003
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.454.772</b>	<b>35</b>	<b>5.826</b>	<b>0,14</b>	<b>163,14</b>
<b>Cultivos</b>	17.497.205,6	418,6	70.072,9	1,676	1.962,20
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>17.497.206</b>	<b>419</b>	<b>70.073</b>	<b>1,68</b>	<b>1.962</b>
<b>Balance</b>	<b>16.042.434</b>	<b>384</b>	<b>64.247</b>	<b>1,54</b>	<b>1.799</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 12,02</b>					

**Tabla IV.5:** Entradas y salidas de la explotación 5, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2006/2007</b>				
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	<b>EQ litro de combustible/ha</b>
<b>Combustible</b>	942.205	22,541	3.116,8	0,07456	87
<b>Otros productos petrolíferos</b>	9.040	0,216	29,9	0,00072	0,8
<b>Electricidad</b>	27.648	0,661	91,5	0,00219	2,6
<b>Fertilizantes</b>	1.361.250	32,560	4.503,0	0,10771	126,1
<b>Fitosanitarios</b>	58.201	1,392	192,5	0,00461	5,4
<b>Semillas</b>	34.464	0,825	114,0	0,00273	3,2
<b>Maquinaria</b>	266.973	6,387	883,1	0,02113	24,7
<b>Edificios</b>	112	0,003	0,4	0,00001	0,010
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>2.699.894</b>	<b>65</b>	<b>8.931</b>	<b>0,21</b>	<b>250,04</b>
<b>Cultivos</b>	31.198.364,2	746,4	103.203,3	2,47	2.847,9
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>31.198.364</b>	<b>746</b>	<b>103.203</b>	<b>2,47</b>	<b>2.848</b>
<b>Balance</b>	<b>28.498.470</b>	<b>682</b>	<b>94.272</b>	<b>2,26</b>	<b>2.598</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 11,55</b>					

**Tabla IV.6:** Entradas y salidas de la explotación 6, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.

	Año agrícola 2006/2007				
	MJ	tep	MJ/ha	tep/ha	EQ litro de combustible/ha
<b>Combustible</b>	1.025.640	24,5	2.810,0	0,067224	79
<b>Otros productos petrolíferos</b>	9.040	0,2	24,8	0,000593	1
<b>Electricidad</b>	9.062	0,2	24,8	0,000594	1
<b>Fertilizantes</b>	1.883.274	45,1	5.159,7	0,123437	144,5
<b>Fitosanitarios</b>	153.960	3,7	421,8	0,010091	11,8
<b>Semillas</b>	11.200	0,3	30,7	0,000734	0,9
<b>Maquinaria</b>	206.686	4,9	566,3	0,013547	15,9
<b>Edificios</b>	16	0,0004	0,044	0,000001	0,001
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>3.298.878</b>	<b>79</b>	<b>9.038</b>	<b>0,22</b>	<b>253,06</b>
<b>Cultivos</b>	21.764937,6	520,7	59.630,0	1,43	1.669,6
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>21.764.938</b>	<b>521</b>	<b>59.630</b>	<b>1,43</b>	<b>1.670</b>
<b>Balance</b>	<b>18.466.059</b>	<b>442</b>	<b>50.592</b>	<b>1,21</b>	<b>1.417</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 6,59</b>					

**Tabla IV.7:** Entradas y salidas de la explotación 7, en la campaña 2006/2007 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2006/2007</b>				<b>EQ litro de combustible/ha</b>
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	
<b>Combustible</b>	1.229.140	29,4	2.417,7	0,05784	67,7
<b>Otros productos petrolíferos</b>	15.820	0,4	31,1	0,00074	0,9
<b>Electricidad</b>	16.512	0,4	32,5	0,00078	0,9
<b>Fertilizantes</b>	1.594.681	38,2	3.136,7	0,07504	87,8
<b>Fitosanitarios</b>	205.086	4,9	403,4	0,00965	11,3
<b>Semillas</b>	48.675	1,2	95,7	0,00229	2,7
<b>Maquinaria</b>	281.626	6,7	553,9	0,01325	15,5
<b>Edificios</b>	131	0,003	0,3	0,00001	0,007
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>3.391.671</b>	<b>81</b>	<b>6.671</b>	<b>0,16</b>	<b>186,79</b>
<b>Cultivos</b>	26.295.964,6	629,1	51.723,0	1,24	1.448,2
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>26.295.965</b>	<b>629</b>	<b>51.723</b>	<b>1,24</b>	<b>1.448</b>
<b>Balance</b>	<b>22.904.293</b>	<b>548</b>	<b>45.052</b>	<b>1,08</b>	<b>1.261</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 7,75</b>					



**Tabla IV.8:** Entradas y salidas de la explotación 1, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.

	Año agrícola 2007/2008				
	MJ	tep	MJ/ha	tep/ha	EQ litro de combustible/ha
<b>Combustible</b>	141.962	3,40	1.686,0	0,040	47,2
<b>Otros productos petrolíferos</b>	1.582	0,04	18,8	0,000	0,5
<b>Electricidad</b>	4.800	0,11	57,0	0,001	1,6
<b>Fertilizantes</b>	365.691	8,75	4.343,1	0,104	121,6
<b>Fitosanitarios</b>	8.266	0,20	98,2	0,002	2,7
<b>Semillas</b>	5.164	0,12	61,3	0,001	1,7
<b>Maquinaria</b>	60.534	1,45	718,9	0,017	20,1
<b>Edificios</b>	0	0,00	0,0	0,000	0,0
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>587.998</b>	<b>14</b>	<b>6.983</b>	<b>0,17</b>	<b>196</b>
<b>Cultivos</b>	4.210.555,0	100,7	50.006,6	1,2	1.400,2
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>4.210.555</b>	<b>101</b>	<b>50.007</b>	<b>1,2</b>	<b>1.400</b>
<b>Balance</b>	<b>3.622.557</b>	<b>87</b>	<b>43.023</b>	<b>1,03</b>	<b>1.205</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 7,16</b>					

**Tabla IV.9:** Entradas y salidas de la explotación 2, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.

	Año agrícola 2007/2008				
	MJ	tep	MJ/ha	tep/ha	EQ litro de combustible/ha
<b>Combustible</b>	399.674	9,56	2.655,6	0,064	74,4
<b>Otros productos petrolíferos</b>	4.294	0,10	28,5	0,001	0,8
<b>Electricidad</b>	9.629	0,23	64,0	0,002	1,8
<b>Fertilizantes</b>	718.032	17,18	4.771,0	0,114	133,6
<b>Fitosanitarios</b>	75.400	1,80	501,0	0,012	14,0
<b>Semillas</b>	840	0,02	5,6	0,000	0,2
<b>Maquinaria</b>	126.916	3,04	843,3	0,020	23,61
<b>Edificios</b>	64	0,00	0,4	0,000	0,01
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.334.849</b>	<b>32</b>	<b>8.869</b>	<b>0,21</b>	<b>248,4</b>
<b>Cultivos</b>	10.634.913,4	254,4	70.663,9	1,69	1978,7
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>10.634.913</b>	<b>254</b>	<b>70.664</b>	<b>1,69</b>	<b>1.979</b>
<b>Balance</b>	<b>9.300.064</b>	<b>222</b>	<b>61.794</b>	<b>1,48</b>	<b>1.730</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 7,96</b>					

**Tabla IV.10:** Entradas y salidas de la explotación 3, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2007/2008</b>				
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	<b>EQ litro de combustible/ha</b>
<b>Combustible</b>	461.945	11,05	2.535,4	0,061	71,0
<b>Otros productos petrolíferos</b>	4.520	0,11	24,8	0,001	0,7
<b>Electricidad</b>	11.520	0,28	63,2	0,002	1,8
<b>Fertilizantes</b>	711.336	17,02	3.904,1	0,093	109,3
<b>Fitosanitarios</b>	49.723	1,19	272,9	0,007	7,6
<b>Semillas</b>	1.680	0,04	9,2	0,000	0,3
<b>Maquinaria</b>	125.079,2	3,0	686,5	0,016	19,22
<b>Edificios</b>	48,0	0,001	0,3	0,00001	0,01
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.365.851</b>	<b>33</b>	<b>7.496</b>	<b>0,2</b>	<b>210</b>
<b>Cultivos</b>	9.616.335,2	230,1	52.779,0	1,26	1.477,8
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>9.616.335</b>	<b>230</b>	<b>52.779</b>	<b>1,26</b>	<b>1.478</b>
<b>Balance</b>	<b>8.250.484</b>	<b>197</b>	<b>45.283</b>	<b>1,08</b>	<b>1.268</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 7,04</b>					

**Tabla IV.11:** Entradas y salidas de la explotación 4, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2007/2008</b>				
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	<b>EQ litro de combustible/ha</b>
<b>Combustible</b>	470.492	11,26	1.884,2	0,045077	52,8
<b>Otros productos petrolíferos</b>	5.514,4	0,13	22,1	0,000528	0,6
<b>Electricidad</b>	15.840	0,38	63,4	0,001518	1,8
<b>Fertilizantes</b>	598.317	14,31	2.396,1	0,057324	67,1
<b>Fitosanitarios</b>	75.633	1,81	302,9	0,007246	8,5
<b>Semillas</b>	1.607	0,04	6,4	0,000154	0,2
<b>Maquinaria</b>	127.259	3,04	509,6	0,012193	14,27
<b>Edificios</b>	28,8	0,001	0,1	0,000003	0,003
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>1.294.692</b>	<b>31</b>	<b>5.185</b>	<b>0,12</b>	<b>145,19</b>
<b>Cultivos</b>	18.431.422,0	440,9	73.814,3	1,77	2.067,0
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>18.431.422</b>	<b>441</b>	<b>73.814</b>	<b>1,77</b>	<b>2.067</b>
<b>Balance</b>	<b>17.136.730</b>	<b>410</b>	<b>68.629</b>	<b>1,64</b>	<b>1.922</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 14,23</b>					

**Tabla IV.12:** Entradas y salidas de la explotación 5, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.

	Por año agrícola				
	MJ	tep	MJ/ha	tep/ha	EQ litro de combustible/ha
<b>Combustible</b>	895.400	21,42	2.962,0	0,07086	82,9
<b>Otros productos petrolíferos</b>	9.040	0,22	29,9	0,00072	0,8
<b>Electricidad</b>	26.880	0,64	88,9	0,00213	2,5
<b>Fertilizantes</b>	1.294.812	30,98	4.283,2	0,10247	119,9
<b>Fitosanitarios</b>	80.060	1,92	264,8	0,00634	7,4
<b>Semillas</b>	33.516	0,80	110,9	0,00265	3,1
<b>Maquinaria</b>	280.200	6,70	926,9	0,02217	25,95
<b>Edificios</b>	112	0,003	0,4	0,00001	0,010
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>2.620.020</b>	<b>63</b>	<b>8.667</b>	<b>0,21</b>	<b>242,67</b>
<b>Cultivos</b>	20.346.859,0	486,8	67.306,8	1,61	1.884,5
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>20.346.859</b>	<b>487</b>	<b>67.307</b>	<b>1,61</b>	<b>1.885</b>
<b>Balance</b>	<b>17.726.839</b>	<b>424</b>	<b>58.640</b>	<b>1,40</b>	<b>1.642</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 7,76</b>					

**Tabla IV.13:** Entradas y salidas de la explotación 6, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2007/2008</b>				
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	<b>EQ litro de combustible/ha</b>
<b>Combustible</b>	1.041.920	24,93	2.854,6	0,068291	79,9
<b>Otros productos petrolíferos</b>	9.040	0,22	24,8	0,000593	0,7
<b>Electricidad</b>	9.245	0,22	25,3	0,000606	0,7
<b>Fertilizantes</b>	1.770.472	42,36	4.850,6	0,116043	135,8
<b>Fitosanitarios</b>	112.716	2,70	308,8	0,007388	8,6
<b>Semillas</b>	980	0,02	2,7	0,00006	0,1
<b>Maquinaria</b>	183.154,3	4,4	501,8	0,012005	14,05
<b>Edificios</b>	16,0	0,0004	0,0	0,000001	0,001
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>3.127.543</b>	<b>75</b>	<b>8.569</b>	<b>0,20</b>	<b>239,92</b>
<b>Cultivos</b>	16.335.394,4	390,8	44.754,5	1,07	1253,1
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>16.335.394</b>	<b>391</b>	<b>44.755</b>	<b>1,07</b>	<b>1.253</b>
<b>Balance</b>	<b>13.207.851</b>	<b>316</b>	<b>36.186</b>	<b>0,87</b>	<b>1.013</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 5,22</b>					

**Tabla IV:14:** Entradas y salidas de la explotación 7, en la campaña 2007/2008 en términos energéticos y balance energético.

	<b>Año agrícola 2007/2008</b>				
	<b>MJ</b>	<b>tep</b>	<b>MJ/ha</b>	<b>tep/ha</b>	<b>EQ litro de combustible/ha</b>
<b>Combustible</b>	1.131.460	27,07	2.225,5	0,05324	62,3
<b>Otros productos petrolíferos</b>	15.820	0,38	31,1	0,00074	0,9
<b>Electricidad</b>	17.280	0,41	34,0	0,00081	1,0
<b>Fertilizantes</b>	2.010.368	48,09	3.954,3	0,09460	110,7
<b>Fitosanitarios</b>	296.823	7,10	583,8	0,01397	16,3
<b>Semillas</b>	32.251	0,77	63,4	0,00152	1,8
<b>Maquinaria</b>	283.215,7	6,8	557,1	0,01333	15,60
<b>Edificios</b>	131,2	0,0031	0,3	0,00001	0,007
<b>TOTAL ENTRADAS</b>	<b>3.787.349</b>	<b>91</b>	<b>7.450</b>	<b>0,18</b>	<b>208,58</b>
<b>Cultivos</b>	28961568,0	692,9	56966,1	1,36	1595,0
<b>TOTAL SALIDAS</b>	<b>28.961.568</b>	<b>693</b>	<b>56.966</b>	<b>1,36</b>	<b>1.595</b>
<b>Balance</b>	<b>25.174.219</b>	<b>602</b>	<b>49.517</b>	<b>1,18</b>	<b>1.386</b>
<b>EFICIENCIA ENERGÉTICA (output/input): 7,64</b>					